



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO ESPERANTINA - TO

VOLUME II
PROGNÓSTICO DO SANEAMENTO BÁSICO
2020-2050





PREFEITURA MUNICIPAL DE ESPERANTINA – TO

VOLUME II

PROGNÓSTICO DO SANEAMENTO BÁSICO

AGOSTO/2020



Prefeitura Municipal de Esperantina. Estado do Tocantins, Brasil.
Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Esperantina: Prognóstico do Saneamento Básico (Volume II). 166 fls.
Empresa contratada: Sonne Engenharia LTDA.
1. Saneamento Básico. 2. Alternativas técnicas. 3. Prognóstico.



COMITÊ DE COORDENAÇÃO

Marília Gabriela da Silva Azevedo

Francisco José Felix

Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo

Adolfo Bispo Araújo

Cleania Fé de Jesus

Secretaria Municipal de Administração e Planejamento

Diana Carvalho Oliveira

Leidiane Gomes Alves

Secretaria Municipal de Saúde

Joldaci Soares necas

Antonio Martins de Sousa

Conselho Municipal de Meio Ambiente

Elizabeth Costa de Sousa

Maria Alzenira Alves Pereira

Associação de Pescadores do Povoado Vila Tocantins

Francisco Oliveira Gomes

Adalberto de Sousa Costa

Câmara Municipal dos Vereadores de Esperantina - TO



COMITÊ DE EXECUÇÃO

Marina Carvalho Pires

Engenheira Ambiental, responsável pela Elaboração e Coordenação da Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico, Designer Gráfico, Levantamento de dados socioeconômicos, construção de cenários e componente Abastecimento de Água, Diagnóstico do Manejo dos Resíduos Sólidos (Coordenadora).

Lauro Ribeiro Viana Junior

Engenheiro Ambiental e Civil, responsável pelas Projeções Populacionais e Estimativas, Elaboração de Mapas e Relatórios cartográficos.

Marianna Carvalho Sousa

Engenheira Civil, responsável pelas componentes Esgotamento Sanitário, e drenagem e de manejo das águas pluviais.

Manoel Gonçalves Pires

Assistente Social, responsável pela componente Mobilização Social junto a comunidade.

Bruna Oliveira Almeida

Estagiária em Engenharia Ambiental, responsável pela construção de cenários e diagnóstico do Abastecimento de Água.

Jonathan Cleyber Mascarenhas

Técnico indicado pela prefeitura para fiscalização da Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico.



ELABORAÇÃO DO PLANO



PREFEITURA MUNICIPAL DE ESPERANTINA – TO

CNPJ: 25.064.080/0001-70

Armando Alencar da Silva

Prefeito Municipal

Heronildo Costa Pimentel

Vice-Prefeito

R. Araguaia, Vila do Gato, Nº 1, CEP: 77993-000

Endereço



ASSISTÊNCIA TÉCNICA



Razão Social: Sonne Engenharia LTDA

CNPJ: 37.017.527/0001-39

Endereço: 210 Sul Alameda 5, 39, Lote 40 Casa 02, Plano Diretor Sul

CEP: 77020-594

Cidade: Palmas - TO

E-mail: sonne.eng@gmail.com



SUMÁRIO

1.	CENÁRIO DE REFERÊNCIA PARA A GESTÃO DOS SERVIÇOS	17
1.1.	Processo de Construção dos Cenários	19
2.	PROSPECTIVAS TÉCNICAS	20
2.1.	Estudo Populacional	20
2.2.	Projeção Populacional.....	20
3.	INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	23
3.1.	Cenário de Referência para o Sistema de Abastecimento de Água	23
3.2.	Índice de Atendimento do Sistema de Abastecimento de Água.....	26
3.3.	Consumo e demanda de abastecimento de água	26
3.3.1.	Consumo médio <i>per capita</i>	27
3.3.2.	Coeficientes de Variação de Consumo	28
3.3.3.	Perdas totais médias no Sistema de Distribuição.....	29
3.3.4.	Estimativa das demandas de água	30
3.4.	Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada	41
3.4.1.	Zona urbana.....	41
3.4.2.	Zona rural	43
3.5.	Previsão de eventos de emergência e contingência.....	48
4.	INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	49
4.1.	Cenário de Referência para o Sistema de Esgotamento Sanitário	49
4.2.	Índice de Atendimento do Sistema de Esgotamento Sanitário	52
4.3.	Demanda de efluente destinados ao sistema de esgotamento sanitário	52
4.3.1.	Produção <i>per capita</i>	53
4.3.2.	Taxa de infiltração.....	53
4.3.3.	Projeção da vazão anual de esgoto	54
4.4.	Previsão de estimativas de carga e concentração de DBO e Coliformes Fecais, para as alternativas (a) sem tratamento e (b) com tratamento dos esgotos (ref.: eficiência típica de remoção)	63
4.5.	Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada	67
4.5.1.	Descrição das alternativas propostas para a zona urbana	68



4.5.2.	Descrição das alternativas propostas para o Povoado Vila Tocantins	72
4.5.3.	Descrição do sistema proposto para o tratamento individualizado da zona rural 77	
4.6.	Comparação das alternativas de tratamento local ou centralizado de esgotos...82	
4.7.	Previsão de eventos de emergência e contingência.....84	
5.	INFRAESTRUTURA DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS	85
5.1.	Índice de Atendimento do Serviço de Manejo de águas pluviais	85
5.2.	Cenário de Referência para o Sistema de Manejo de Águas Pluviais	85
5.3.	Identificação de diretrizes/medidas de controle para reduzir o assoreamento de cursos d'água e de bacias de retenção	87
5.4.	Identificação de diretrizes/medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos nos corpos d'água	88
5.5.	Identificação de diretrizes/medidas para o controle de escoamentos na fonte ...	90
5.6.	Identificação de diretrizes/medidas para o tratamento de fundos de vale.....	92
5.7.	Análise da necessidade de complementação do sistema com estruturas de micro e macrodrenagem.....	93
5.8.	Previsão de eventos de emergência e contingência.....	94
6.	INFRAESTRUTURA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	96
6.1.	Índice de Atendimento da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.....	96
6.2.	Cenário de referência para o sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos	97
6.3.	Estimativas anuais dos volumes de produção de resíduos sólidos classificados em total, reciclado, compostado e aterrado, e % de atendimento pelo sistema de limpeza urbana	100
6.4.	Metodologia para o cálculo dos custos e a cobrança dos serviços prestados, com base nos requisitos legais sobre sustentabilidade econômico-financeira dos serviços ..	105
6.5.	Regras para transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos, conforme lei nº 12.305/2010, com definição das responsabilidades	110
6.6.	Crterios para pontos de apoio ao sistema na área de planejamento (apoio à guarnição, centros de coleta voluntária, mensagens educativas)	120
6.6.1.	Apoio à guarnição	120
6.6.2.	Centros de coleta voluntária.....	121
6.6.3.	Mensagens educativas – Educação e conscientização ambiental.....	125



6.7.	Descrição das formas de participação da prefeitura na coleta seletiva e na logística reversa (art. 33/lei nº 12.305/2010) e outras ações de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos	126
6.8.	Identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico nos termos do art. 20.....	132
6.9.	Identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, identificando as áreas com risco de poluição e/ou contaminação	134
6.10.	Procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços, incluída a disposição ambientalmente adequada dos rejeitos	146
6.10.1.	Coleta Convencional ou Regular	146
6.10.2.	Coleta Seletiva	155
6.11.	Previsão de eventos de emergência e contingência.....	157
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		160



LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cenário de referência adotado para o Plano.....	18
Figura 2: Variação do consumo <i>per capita</i> de Esperantina - TO (2010 a 2018). Fonte: SNIS,2020.	27
Figura 3: Evolução do índice de perda de água na distribuição da água no município de Esperantina - TO.	29
Figura 4: Croqui figurativo do Salta Z proposto.	45
Figura 5: Croqui figurativo da Solução Alternativa Coletiva sem rede - Chafariz proposto.	46
Figura 6: Croqui figurativo para captação e reservação de água da chuva.....	47
Figura 7:Hidrograma de vazão afluente em uma ETE.....	64
Figura 8: Croqui do Sistema de Tratamento de Esgoto do município de Esperantina – TO	69
Figura 9: Modelo de Fossa Seca.	78
Figura 10: Jardim Filtrante.	79
Figura 11: Método Embrapa de construção de fossas sépticas digestoras.	80
Figura 12: Representação de um sistema descentralizado.	82
Figura 13: Resumo dos aspectos que devem ser considerados na definição da forma de cobrança pelos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.....	107
Figura 14: Simbologia e cores de identificação de coletores de coleta seletiva.....	127
Figura 15 : Logística reversa e responsabilidade compartilhada.....	129
Figura 16: Produtos com logística obrigatória reversa obrigatória.....	130
Figura 17: Estudo comparativo entre os veículos basculante e compactador	135
Figura 18: Ações para solução municipal individual para o município de Esperantina – TO	136
Figura 19: Alternativa de área para localização do local de disposição dos resíduos sólidos de Esperantina – TO.....	138
Figura 20: Ações para solução consorciada para o município de Esperantina – TO	139
Figura 21: Alternativa da solução consorciada tendo destinação final o Aterro Sanitário em Augustinópolis – TO	140
Figura 22: Esquema de modelo de Unidade de Transbordo com sistema de fosso simples e carga com escavadeira hidráulica.....	143



Figura 23: Seção transversal do modelo de Unidade de Transbordo simplificada por simples plataforma (descarga do veículo de coleta diretamente em veículos de grande capacidade)	145
Figura 24: Aspectos da coleta regular abordados nos procedimentos e especificações mínimas	147
Figura 25 : Equipamentos mínimos de segurança para coletor de RSDC e para o motorista	151
Figura 26: Veículos de coleta dos resíduos domiciliares	154
Figura 27: Caminhão coletor compactador adaptado para coleta de resíduos recicláveis	156



LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Exemplificação dos cenários otimista, pessimista e intermediário	18
Quadro 2: Fatores críticos a serem considerados para a elaboração de cenários	19
Quadro 3: Projeção populacional de Esperantina - TO a partir do método das taxas de crescimento geométrico, no intervalo entre 2020-2050.....	22
Quadro 4: Cenário de Referência referente à infraestrutura de abastecimento de água ..	23
Quadro 5: Metas de atendimento de acordo com abastecimento de água com o Cenário de Referência	26
Quadro 6: Metas de redução do índice de perdas de acordo com o Cenário de Referência	30
Quadro 7: Quadro resumo das metas utilizadas na projeção da demanda e consumo de água	31
Quadro 8: Projeção da demanda de água da população urbana e rural.	32
Quadro 9: Projeção do consumo de água na zona urbana e rural do município de Esperantina - TO	34
Quadro 10: Prognósticos das demandas necessárias para o sistema de abastecimento de água.	36
Quadro 11: Projeção da demanda de água, consumo e produção de água do Povoado Vila Tocantins.	38
Quadro 12: Prognósticos das demandas necessárias para o sistema de abastecimento de água.	40
Quadro 13: Principais eventos de emergência e ações de emergência e contingência para o sistema de abastecimento de água.....	48
Quadro 14: Cenário de Referência referente à infraestrutura de esgotamento sanitário ..	49
Quadro 15: Metas de atendimento com esgotamento sanitário de acordo com o Cenário de Referência	52
Quadro 16: Projeção de vazão de esgoto considerando a população urbana considerando o Cenário de Referência	55
Quadro 17: Projeção de contribuição do esgoto considerando a população rural e o Cenário de Referência	57
Quadro 18: Projeção de vazão de esgoto considerando a população do Povoado Vila Tocantins considerando o Cenário de Referência.....	59



Quadro 19: Prognósticos das demandas necessárias para o sistema de esgotamento sanitário da zona urbana de Esperantina – TO.....	61
Quadro 20: Prognósticos das demandas necessárias para o sistema de esgotamento sanitário da zona urbana de Esperantina – TO.....	62
Quadro 22: Estimativa de carga e concentração de DBO e Coliformes	66
Quadro 23: Vantagens e desvantagens do tratamento secundário por lagoas de estabilização.....	70
Quadro 24: Quadro resumo com as alternativas técnicas de reforma do SES da zona urbana de Esperantina – TO.....	71
Quadro 25: Descrição dos principais sistemas de tratamento de esgoto.	73
Quadro 26: Características típicas dos principais sistemas de tratamento de esgoto.	74
Quadro 27: Análise comparativa dos principais sistemas de tratamento de esgotos. Balanço de vantagens e desvantagens.	74
Quadro 28: Alternativas técnicas previstas para atender a demanda atual e futura do Sistema de Esgotamento Sanitário do Povoado Vila Tocantins.	77
Quadro 29: Ações de contingência e emergência no sistema de esgotamento sanitário.	84
Quadro 30: Cenário de Referência referente à drenagem e manejo de águas pluviais....	85
Quadro 31: Principais eventos de emergência e ações de emergência e contingência para o sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.....	95
Quadro 32: Cenário de Referência referente à sistema de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana	97
Quadro 33: Projeção de resíduos por tipo no horizonte de 30 anos.....	101
Quadro 34: Estimativa de geração de resíduos com reduções ao longo de 30 anos no cenário de referência	104
Quadro 35: Descrição dos critérios para determinação do valor e observações sobre tarifas e taxas para os serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.....	106
Quadro 36: Método para cálculo das taxas de manejo de resíduos sólidos	108
Quadro 37: Identificação e tipificação de alguns dos grandes geradores de resíduos sólidos urbanos em Esperantina – TO	132
Quadro 38: Critérios considerados adequados para a escolha da área para a instalação de aterro sanitário.....	137
Quadro 39: Análise das duas situações abordadas para a solução consorciada	142
Quadro 40: Formas de acondicionamento dos resíduos sólidos indicados	149
Quadro 41: Frequência e períodos da coleta convencional por tipo de área.....	151
Quadro 42: Tipos de carrocerias montadas sobre chassi de veículos.....	152



Quadro 43: Principais eventos de emergência e ações de emergência e contingência para o sistema de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana	158
--	-----



APRESENTAÇÃO

Conforme exigência prevista no Artigo 9º, Parágrafo I da Lei Federal nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, que “estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico”, fica os municípios obrigados a elaborar e executar o Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB.

O Plano Municipal de Saneamento Básico refere-se a um requisito prévio para que o município possa ter acesso aos recursos públicos não onerosos e onerosos para aplicação em ações de saneamento básico.

Considerando o art. 10-B da Lei Federal 14.026/2020 o PMSB deve ter sua revisão realizada periodicamente em prazo não superior a 10 anos, o qual também é preconizado na Lei Federal n.º 11.445/2007, que institui a Política Nacional de Saneamento Básico e estabelece a necessidade de elaboração do PMSB.

Em atendimento as legislações federais, o presente documento correspondente ao Prognóstico Saneamento Básico do município de Esperantina - TO. Trata da definição de soluções estruturantes e estruturais identificadas a partir do levantamento realizado no Diagnóstico Técnico – Participativo definido no Volume I deste Plano Municipal de Saneamento Básico. É uma das etapas fundamentais de direcionamento da gestão dos serviços de saneamento básico para o alcance da universalização do atendimento no município. O período de planejamento deste PMSB é de 30 anos.

O município de Esperantina teve a elaboração de uma primeira versão do Plano Municipal de Saneamento Básico, no entanto, tal planejamento nunca foi aprovado pela Câmara Municipal, não estando instituído no município, caracterizando-se assim apenas como Estudo Técnico. A elaboração ocorreu por parte da ATS no ano de 2012. O Estudo Técnico foi utilizado como base para a elaboração deste Plano Municipal de Saneamento Básico.

O PMSB visa dotar o município de instrumentos e mecanismos que permitam a implantação de ações articuladas, duradouras e eficientes, que possam garantir a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico com qualidade, equidade e continuidade, por meio de metas definidas em um processo participativo.



1. CENÁRIO DE REFERÊNCIA PARA A GESTÃO DOS SERVIÇOS

A construção de cenários como ferramenta de prospectiva do futuro permite a concepção de informações que contribuirão com os gestores municipais na sua tomada de decisão.

A finalidade dos cenários estratégicos é, principalmente, proporcionar condições para que os responsáveis pela gestão municipal entendam melhor quais são e como se comportam as tendências atuais, bem como identificar previamente as consequências destas tendências.

Deste modo, foram estabelecidos cenários, ou seja, caminhos futuros possíveis: otimista, intermediário e pessimista. Os cenários a serem discutidos irão considerar os seguintes aspectos.

- Cenário futuro otimista: é construído considerando que os avanços dos quatro componentes estão à frente do incremento populacional, atendendo todas as necessidades de adequações dos sistemas de saneamento básico;
- Cenário futuro intermediário: consiste em uma mescla do cenário otimista e do pessimista onde se tem a readequação dos sistemas de saneamento junto a evolução populacional;
- Cenário futuro pessimista: considera-se a expansão urbana de forma desordenada, sem ampliações e readequações necessárias do sistema de saneamento básico.

Os cenários anteriores identificados exemplificam-se conforme o Quadro 1 a seguir, o qual considerou o componente abastecimento de água para descrever de forma mais objetiva e clara como ocorre a análise desses cenários.

Quadro 1: Exemplificação dos cenários otimista, pessimista e intermediário

Cenário Otimista	Cenário Intermediário	Cenário Pessimista
O sistema de abastecimento de Esperantina – TO atenderá toda a população com água tratada, necessitando de pequenas adequações ao longo do tempo para suprir a demanda de água potável da população. Quando identificada a demanda o sistema já estará pronto para atendê-la.	O sistema suprirá a demanda de água por apenas um período determinado, estando por muitas vezes no limite operacional. O sistema de abastecimento necessitará de adequações e ampliação ao longo do tempo para suprir a demanda por água potável, conforme identificada a necessidade.	O sistema de abastecimento necessitará de adequações e ampliações ao longo de todo o tempo para suprir a demanda de água potável. O sistema somente suprirá a demanda de água potável da população atual, não alcançando o atendimento da necessidade do aumento populacional.

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

Considerando o exemplo anterior, nota-se que o cenário intermediário prevê a permanência da situação atual, enquanto que o pessimista prevê o pior cenário a ser alcançado caso não sejam feitas as intervenções necessárias, e o cenário otimista apresenta o alcance de uma situação equilibrada que atende a demanda da população atual e futura, e os quesitos de Universalização, Sustentabilidade Ambiental e Qualidade, Regularidade e Eficiência, que são os pilares do saneamento básico.

A fim de contribuir com o alcance da melhoria/eficiência dos sistemas de saneamento, bem como o atendimento à população, buscou-se ao longo deste planejamento apresentar alternativas que permitam alcançar a prestação destes serviços em uma visão otimista. Dessa maneira, assume-se como referência para a definição das projeções, prospectivas técnicas, objetivos e metas deste planejamento o cenário futuro otimista.

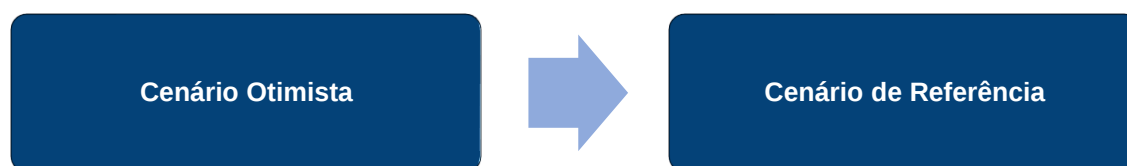


Figura 1: Cenário de referência adotado para o Plano
Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

1.1. Processo de Construção dos Cenários

O processo de construção dos cenários deste Plano Municipal de Saneamento Básico iniciou-se a partir da definição dos fatores críticos, que segundo a EMBRAPA (1990) são qualquer variável (ou conjunto de variáveis) que afeta, positiva ou negativamente, o desempenho de um sistema, que neste caso trata-se de um planejamento com horizonte temporal de 30 anos. Os fatores críticos estão descritos no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2: Fatores críticos a serem considerados para a elaboração de cenários

Abastecimento de água	Esgotamento sanitário	Manejo de águas pluviais e drenagem urbana	Manejo dos resíduos sólidos e limpeza urbana
Crescimento demográfico	Crescimento Demográfico	Crescimento Demográfico	Crescimento Demográfico
Consumo <i>per capita</i>	Geração <i>per capita</i>	Expansão da área urbana	Geração <i>per capita</i>
Qualidade da água distribuída	Tratamento do Efluente	Cobertura de Drenagem	Cobertura de Coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares
Falta d'água	Índice de Qualidade do Efluente	Área de preservação permanente	Ações de redução e reciclagem dos Resíduos Sólidos
Nível de contentamento da população	Nível de contentamento da população	Educação Ambiental	Disposição final
Cobertura do sistema de abastecimento de água	Cobertura do sistema de esgotamento sanitário	Nível de contentamento da população	Educação ambiental e sensibilização
Manutenção do sistema	Ligações clandestinas	Qualidade de Drenagem de Águas Pluviais	Nível de contentamento da população
Políticas Ambientais	Participação e controle social	Marco Regulatório	Reciclagem
Continuidade dos serviços prestados	Investimentos no setor	Participação e controle social	Compostagem
Índice de perdas no sistema de distribuição	Insuficiência de banheiros	Número de áreas de riscos	Recuperação de depósitos irregulares
Marco Regulatório	-	Permeabilidade do solo	Limpeza urbana
Investimentos no setor	-	-	Marco Regulatório
Participação e controle social	-	-	Investimentos no setor
-	-	-	Participação e controle social

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

2. PROSPECTIVAS TÉCNICAS

2.1. Estudo Populacional

O Plano Municipal de Saneamento Básico é desenvolvido no horizonte de planejamento de 30 anos, desse modo, o diagnóstico da situação das componentes do saneamento básico deve considerar a amplitude do presente planejamento. Para tanto, o consumo atual e as estimativas futuras devem compor o presente instrumento.

Diagnosticar o cenário atual e futuro é indispensável para dar agilidade às análises e prospectivas, e promover a formulação de políticas e intervenções específicas, permitindo que a comunidade de Esperantina – TO alcance a eficiência no abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo dos resíduos sólidos e nos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais.

Para isso, é necessário promover a projeção da população considerando informações já consolidadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE. As projeções não servem tão somente ao poder público, a iniciativa privada aproveita dos dados oficiais para traçar seu planejamento, otimizando custos e aproveitando o fluxo de capital e informações dos principais locais e cenários da economia.

2.2. Projeção Populacional

Para projetar a população futura de Esperantina - TO foi utilizado o método de projeção de acordo com os postulados matemáticos do cálculo da taxa de crescimento geométrico utilizado pelo IBGE. A fórmula a seguir representa a taxa de crescimento geométrico.

$$r_g = \left(\sqrt[t]{\frac{p_{\text{final}}}{p_{\text{inicial}}}} \right) - 1$$

Onde:

rg: taxa de crescimento geométrico;

t: tempo transcorrido entre as duas datas de referência dos censos;

pinicial: população no início do período (2000);

pfinal: população no final do período (2010);

As principais limitações desse método consistem em:

- Imprecisões da base de dados utilizada para o cálculo do indicador, relacionadas à coleta de dados demográficos ou à metodologia empregada para elaborar estimativas e projeções populacionais;
- As variações temporais e espaciais na recente dinâmica populacional brasileira recomendam cautela na utilização desse indicador, principalmente, quando aplicado a pequenas populações;
- Projeções da taxa para os anos distantes do último censo demográfico realizado podem não refletir as transformações da dinâmica populacional.

Deste modo, assume-se o método em questão, cuja primeira analogia refere-se aos períodos dos dados censitários, onde se analisou o cálculo no intervalo entre 2000 e 2010 para a população total, urbana e rural apresentando taxas respectivas de 2,20% a.a, 2,6504% a.a e 1,79% a.a, com isso se observa que as taxas geométricas de crescimento são positivas e crescentes para a população total, tanto na zona urbana como na zona rural, com uma taxa de crescimento maior para a população urbana.

A definição das taxas de crescimento geométrico utilizando os últimos censos nacionais promovem a esta projeção um valor realístico para o horizonte de projeto, baseado em dados que não são apenas elementos matemáticos, mas também, elementos qualitativos.

Para a realização da projeção da população total do município de Esperantina – TO adotou-se as estimativas do IBGE referentes aos anos de 2018 a 2020, e a partir de 2020, adotou-se a taxa de crescimento da população total calculada através da equação supracitada, no valor de 2,20%, quanto a diferenciação entre zona urbana e rural, utilizou-se as taxas citadas anteriormente para o cálculo da zona urbana, e a zona rural é resultado da diferença entre a população total e a população urbana.

Devido no município de Esperantina - TO ter o atendimento com abastecimento de água tanto na zona urbana quanto na zona rural, conforme diagnosticado no Volume I, realizou-se a projeção das populações considerando a taxa de crescimento da zona rural identificada anteriormente. A seguir é



apresentada a projeção da população total, urbana, rural e do Povoado Vila Tocantins, do período de 2020 a 2050.

Quadro 3: Projeção populacional de Esperantina - TO a partir do método das taxas de crescimento geométrico, no intervalo entre 2020-2050.

Ano	Total (TGCA 2,2%)	Urbana (TGCA 2,65%)	Zona Rural					
			Total	PA Tocantins	Assentamento Tobasa	Povoado São Francisco	Povoado Pingo d' Água	Povoado Pedra Grande
2018	10.851	5.688	5.163	-	-	-	-	-
2019	10.996	5.839	5.157	-	-	-	-	-
2020	11.139	5.994	5.145	3161	96	287	383	240
2021	11.384	6.152	5.232	3.218	98	293	390	244
2022	11.634	6.315	5.319	3.275	99	298	397	248
2023	11.890	6.483	5.408	3.334	101	303	404	253
2024	12.152	6.655	5.497	3.393	103	309	411	257
2025	12.419	6.831	5.588	3.454	105	314	419	262
2026	12.692	7.012	5.680	3.516	107	320	426	266
2027	12.972	7.198	5.774	3.579	108	325	434	271
2028	13.257	7.389	5.868	3.643	110	331	442	276
2029	13.549	7.584	5.964	3.708	112	337	450	281
2030	13.847	7.786	6.061	3.775	114	343	458	286
2031	14.151	7.992	6.159	3.842	116	349	466	291
2032	14.463	8.204	6.259	3.911	119	356	474	296
2033	14.781	8.421	6.360	3.981	121	362	483	302
2034	15.106	8.644	6.462	4.052	123	368	491	307
2035	15.438	8.873	6.565	4.125	125	375	500	313
2036	15.778	9.109	6.669	4.199	127	382	509	318
2037	16.125	9.350	6.775	4.274	130	389	518	324
2038	16.480	9.598	6.882	4.350	132	396	527	330
2039	16.842	9.852	6.990	4.428	134	403	537	336
2040	17.213	10.113	7.099	4.507	137	410	546	342
2041	17.591	10.381	7.210	4.588	139	417	556	348
2042	17.978	10.656	7.322	4.670	142	425	566	354
2043	18.374	10.939	7.435	4.754	144	432	576	360
2044	18.778	11.229	7.549	4.839	147	440	587	367
2045	19.191	11.526	7.664	4.926	149	448	597	373
2046	19.613	11.832	7.781	5.014	152	456	608	380
2047	20.044	12.145	7.899	5.103	155	464	619	387
2048	20.485	12.467	8.018	5.195	157	472	630	394
2049	20.936	12.798	8.138	5.288	160	481	641	401
2050	21.397	13.137	8.260	5.382	163	489	652	408

Fonte: Estimativas do IBGE 2018 – 2020, projeção populacional a partir da taxa de crescimento geométrico.

3. INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

3.1. Cenário de Referência para o Sistema de Abastecimento de Água

Neste tópico será apresentada por meio do Quadro 4 uma síntese das descrições dos cenários utilizados como base para o estudo de prognóstico das demandas dos serviços de abastecimento de água conforme os fatores críticos já identificados. Ademais, será discorrido sobre cada aspecto.

Quadro 4: Cenário de Referência referente à infraestrutura de abastecimento de água

Fatores Críticos	Cenário de Referência
Crescimento Demográfico	O avanço do sistema de abastecimento estará à frente do incremento populacional;
Consumo <i>per capita</i>	Constante com reduções futuras ;
Qualidade da água distribuída	Atendimento aos padrões de potabilidade estabelecidos e aos padrões de dureza, cloretos e bicarbonatos de cálcio.
Falta d' água	Regulação da pressão na rede de distribuição e execução projetos que preveem o acúmulo de água;
Nível de contentamento da população	Satisfatório;
Cobertura do sistema de abastecimento de água	Universalização do abastecimento de água e adequação do sistema no horizonte de 30 anos ;
Manutenção do sistema	Realização periódica da manutenção preventiva e corretiva;
Políticas Ambientais	Desenvolvimento de políticas e ações de educação ambiental;
Continuidade dos serviços prestados	Constantes adequações operacionais suprimindo as ligações com água potável na quantidade e qualidades requeridas ;
Índice de perdas no sistema de distribuição	Diminuição das perdas ;
Marco Regulatório	Estabilidade, aprimoramento e fortalecimento dos instrumentos jurídicos para regulação e fiscalização dos serviços prestados;
Investimentos no setor	Crescimento do patamar dos investimentos públicos municipais submetidos ao planejamento e ao controle social;
Participação e controle Social	Fortalecimento da participação social a partir de órgãos colegiados.

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

➤ **Síntese dos principais aspectos abordados na construção do Cenário de Referência para o sistema de abastecimento de água**

O avanço do sistema de abastecimento de água ocorrerá de maneira superior ao crescimento populacional previsto no horizonte de planejamento de 30 anos adotado por este plano. Para isso, o sistema deverá ser ampliado tanto na zona urbana como na zona rural alcançando a universalização do acesso à água potável em qualidade e quantidade. Dessa forma, a ampliação do sistema envolverá desde a captação e tratamento da água para consumo humano, até as manutenções preventivas e corretivas a serem realizadas.

Neste cenário a população urbana terá um crescimento representativo e o Poder Municipal junto à detentora da concessão de água terão um olhar crítico para os instrumentos jurídicos e soluções técnicas que atendam esse adensamento populacional de forma satisfatória.

O consumo *per capita*, fato que impulsiona a demanda de água para o sistema, sofrerá uma redução gradativa devido ao menor consumo em virtude da realização de ações de educação ambiental e sensibilização, visando o combate ao desperdício e conscientização acerca da necessidade do uso racional da água. Algumas dessas ações podem envolver o reuso de águas domiciliares para o uso não potável, de forma a reduzir o consumo *per capita* de água.

Além disso, a melhoria do sistema de abastecimento contribuirá com a diminuição das perdas físicas por meio da implantação e manutenção de equipamentos, combate a fraudes no sistema, programa de manutenção preventiva do sistema, troca de equipamentos obsoletos ou danificados e manutenção do sistema de macromedição para o controle e também da realização de reparos imediatos.

Quanto ao consumo *per capita*, este passará por redução consecutiva diante de práticas socioambientais e medidas de melhorias do sistema de abastecimento. Entretanto, essas alterações não ocorrerão de início, mas de forma gradativa durante o horizonte temporal do plano.

Para a ampliação do sistema visando atender o desenvolvimento urbano haverá o acompanhamento de corpo técnico qualificado minimizando os danos a



infraestrutura no momento das instalações dos dispositivos e operação, para, assim, diminuir a probabilidade de vazamentos e consequentes perdas físicas do sistema.

De forma a atender a população de modo eficiente, buscando a diminuição significativa das paralisações, será executado periodicamente o programa de manutenção preventiva e ações corretivas no sistema. Dessa forma, o corpo técnico responsável pela operação será ampliado para suprir a demanda da população visando o funcionamento pleno do sistema.

No cenário futuro otimista, serão feitas adequações no sistema, atendendo aos padrões de potabilidade estabelecidos na legislação vigente e de demanda requerida pela população, realizando a verificação tanto dos padrões de potabilidade como também dos padrões estabelecidos para de dureza, cloretos e bicarbonatos de cálcio pela Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde. Quanto ao atual sistema de tratamento de água, esse será mantido e ampliado para atender uma maior geração de água, o tratamento contará com readequações para que alcance padrão de qualidade necessário quanto a composição química da água de Esperantina - TO.

Já na área rural, terá o estudo prévio do terreno para perfuração de poços e implantação de Sistema Simplificado de Tratamento de Água coletivo ou individual nas comunidades rurais que ainda não possui captação, utilizando-se de tratamento por simples desinfecção com cloro, a exemplo do Sistema SALTA-Z implantado por meio de convênio federal junto a FUNASA e Sistema Coletivo de Abastecimento sem rede (Chafariz), também conveniado pela FUNASA.

Neste cenário otimista, o nível de contentamento da população será satisfatório perante a qualidade e eficiência dos serviços prestados e da maior capacidade de solucionar as demandas do município.

O marco regulatório contribuirá com o maior alcance de investimentos públicos municipais, uma vez que priorizará as medidas estruturantes relacionadas a população de maior déficit, recebendo serviços de qualidade e assistência para o manejo adequado das soluções individuais e coletivas.

Dessa maneira, existirá o fortalecimento da participação social ocorrendo a atuação dos órgãos colegiados legalmente constituídos e representativos da sociedade civil, com caráter consultivo e deliberativo, possuindo influência decisiva

na formulação e implementação das políticas de saneamento básico com ênfase no abastecimento público de água.

3.2. Índice de Atendimento do Sistema de Abastecimento de Água

O índice de atendimento é dividido em total, rural e urbano, segundo SNIS (2019) índice de atendimento urbano (IN023) é 98,7%, e o Diagnóstico do Volume I permite identificar que o índice de atendimento rural é de 81% e o índice de atendimento total é de 91%.

O índice de atendimento é um parâmetro variável de acordo com a realidade municipal, representada por este planejamento por meio das situações expostas no cenário de referência. Dessa maneira, os índices futuros (metas de atendimento) estão pautados no Cenário de Referência.

No Quadro 5 a seguir são apresentadas as metas de atendimento a serem utilizadas por este planejamento.

Quadro 5: Metas de atendimento de acordo com abastecimento de água com o Cenário de Referência

Cenário de Referência	Metas de atendimento	
	Zona Urbana	Zona Rural
	Alcançar 100% da população urbana em 2024	99% até 2023 e 100% em 2024.

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

3.3. Consumo e demanda de abastecimento de água

Para definir o consumo atual e a demanda futura de água no sistema de abastecimento é necessário alinhar-se a projeção populacional, índice de atendimento com abastecimento de água, consumo per capita, coeficiente de variação de consumo e as perdas na distribuição. As projeções populacionais e o índice de atendimento atual e futuro foram apresentados por tópicos anteriores, desse modo, a seguir são descritas as demais variáveis citadas.

3.3.1. Consumo médio *per capita*

O consumo médio de água por pessoa/dia, conhecido por "consumo *per capita*" de uma comunidade é obtido, dividindo-se o total de seu consumo de água por dia da comunidade pelo número de pessoas servidas. O consumo de água depende de vários fatores, sendo complicada a determinação do gasto mais provável por consumidor.

Por meio do banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) obteve-se que o consumo *per capita* da população de Esperantina - TO no ano de 2019 foi de 103,7 l/hab.dia.

A fim de avaliar o histórico de consumo da comunidade, optou-se por considerar o banco de dados do SNIS no período de 2010 a 2019, resultando no gráfico a seguir.



Figura 2: Variação do consumo *per capita* de Esperantina - TO (2010 a 2019). Fonte: SNIS, 2019.

A partir da evolução acompanhada no gráfico, nota-se que houve um aumento de 1,66% entre os anos de 2010 a 2019, tal aumento de consumo pode estar relacionada diversos fatores, dentre eles o aumento da a população.

Observa-se também que houve uma queda significativa no consumo em relação ao ano de 2017 para 2019, o que pode estar relacionado com a falta de água que a população esteve submetida durante esse período como também a aplicação de metodologias educacionais de redução do consumo de água e racionalização.

Segundo Von Sperling (1996) municípios com população entre de 5.000 e 10.000 habitantes possuem consumo *per capita* entre 100 – 160 L/hab.dia, trazendo

esta realidade para o município Esperantina – TO, tem-se a verificação destas variações ao longo dos anos.

Assume-se para o Cenário de Referência que ocorrerá a implementação de ações e programas de conscientização do uso da água para que haja manutenção da quantidade e qualidade da água disponível, que poderá resultar na diminuição gradativa do consumo *per capita*, que se encontra próximo do valor mínimo esperado no intervalo para esse grupo de população, segundo Von Sperling.

3.3.2. Coeficientes de Variação de Consumo

O consumo de água é variável ao longo do tempo, em função dos hábitos da população e das variações térmicas. Os coeficientes de dia e de hora de maior consumo, K_1 e K_2 , são utilizados na concepção de projetos, pois refletem estas variações extremas no consumo de um determinado sistema de abastecimento de água. Na ausência dos dados necessários ao cálculo dos coeficientes, são adotados valores recomendados na bibliografia sobre o assunto. Esses valores adotados neste estudo são baseados nas normas referentes ao abastecimento de água.

Para efeito das avaliações serão utilizados os seguintes coeficientes de variação de consumo (relativamente à média anual):

- K_1 é a relação entre o maior consumo diário, verificado no período de um ano e o consumo médio diário deste mesmo período: 1,20;
- K_2 é relação entre a máxima vazão horária e a vazão média diária do dia de maior consumo: 1,50.

3.3.3. Perdas totais médias no Sistema de Distribuição

Os índices de perdas no sistema de distribuição (IPD) foram obtidos no banco de dados do SNIS. As perdas representam a parcela da água produzida que não é micromedida, por perdas reais (vazamentos) ou por perdas aparentes (submedição/ligações clandestinas).

Segundo SNIS (2019) o índice de perdas na distribuição para o município de Esperantina – TO é de (IN049) é 43,7%, ou seja, de uma produção de 47,3 m³/h na zona urbana, aproximadamente 20,64 m³/hora serão perdidos ao longo da distribuição na zona urbana. Fator que intensifica sobrecarrega os poços de captação, que necessitam aumentar a sua produção para conseguir atender com qualidade e quantidade a comunidade.

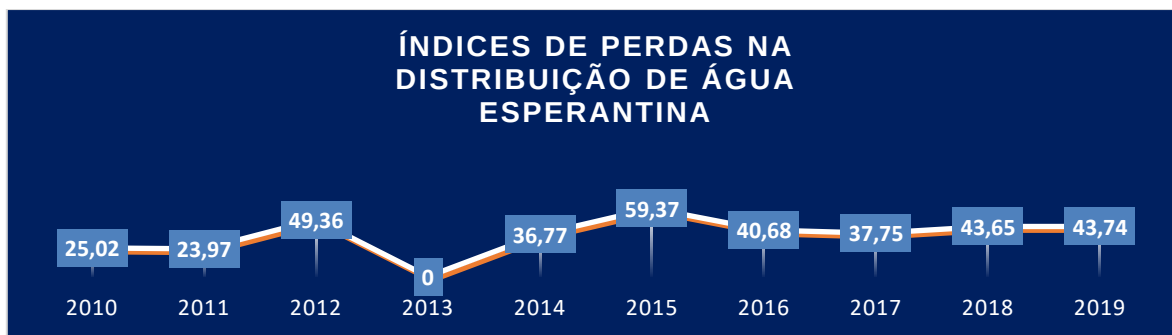


Figura 3: Evolução do índice de perda de água na distribuição da água no município de Esperantina - TO.
Fonte: SNIS, 2019.

O gráfico acima permite identificar que o índice de perdas na distribuição tem aumentado nos últimos anos de operação, constatando a ocorrência de vazamento, conforme apresentado pela comunidade no diagnóstico do sistema de abastecimento de água. Além das perdas na distribuição, o índice de perdas no faturamento coíbe o potencial de investimento em universalização do atendimento com serviços de abastecimento de água, estando segundo SNIS 2019 no percentual de 37,16%, sendo necessária sua redução gradual, para que junto com a redução das perdas na distribuição para melhor eficiência dos SAA.

Desse modo, para o Cenário de Referência, tem-se como meta a redução dos índices de perdas na distribuição, uma vez que, essas perdas representam

desperdício de água tratada, diminuição do faturamento e causam gastos desnecessários ao operador.

Quadro 6: Metas de redução do índice de perdas de acordo com o Cenário de Referência

Cenário de Referência	Metas de redução do índice de perdas na distribuição
	Diminuição gradual nos IPD para 40% até 2026 e 20% até 2034
	Diminuição gradual do Índice de Perdas no Faturamento para 20% até 2024 e 10% até 2026

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

As metas do Quadro 6, considera que no Cenário de Referência ocorrerá a realização de melhorias físicas do sistema por meio da substituição de instrumentos danificados, realização da manutenção preventiva e instalação de equipamentos como válvulas redutoras de pressão na rede, que associadas permitirão reduzir as chances de perdas de água tanto na distribuição quanto nas demais unidades que compõem o sistema de abastecimento, bem como verificação e substituição de hidrômetros danificados, de forma a alcançar a diminuição das perdas no faturamento.

3.3.4. Estimativa das demandas de água

Para estimar a demanda futura utilizou-se a projeção populacional realizada no item Prospectivas Técnicas, de forma a considerar a ampliação da população a cada ano, o *per capita* e coeficientes de consumo. O *per capita* utilizado refere-se ao do ano de 2019, ou seja, 103,7 l/hab.dia, tanto para população urbana como rural.

Determinada a população futura realizou-se a projeção do consumo para as zonas urbana e rural, bem como a produção necessária de água considerando o percentual de perdas e a população atendida com abastecimento de água em cada ano de referência.

A projeção do consumo de água iniciou a partir do ano de 2020, nesta projeção foi feito inicialmente a demanda de água do município de Esperantina – TO e posteriormente foram aplicadas as metas de atendimento e reduções anteriormente justificadas em conformidade com o Cenário de Referência em



estudo, apresentados a seguir. O quadro a seguir apresenta o resumo das metas aplicadas na projeção da demanda de água e consumo.

Quadro 7: Quadro resumo das metas utilizadas na projeção da demanda e consumo de água

Metas do Cenário de Referência	Metas de redução do índice de perdas na distribuição
	Diminuição gradual nos IPD para 40% até 2026 e 20% até 2034
	Metas de redução do Consumo <i>per capita</i>
	Diminuição Gradual para 100 l/hab.dia até 2028
	Metas de atendimento
	Alcançar 100% da população urbana em 2024 e atender 99% até 2023 e 100% em 2024.

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

A seguir é apresentado quadro contendo demanda de água da zona urbana e rural, bem como a população atendida com abastecimento de água, a projeção do consumo *per capita* considerando as metas do cenário futuro otimista, cenário de referência.



Plano Municipal de Saneamento Básico de Esperantina – Volume II

Quadro 8: Projeção da demanda de água da população urbana e rural.

ANO	POPULAÇÃO			PER CAPITA		DEMANDA URBANA			DEMANDA RURAL		
	TOTAL	URBANA	RURAL	URBANA	RURAL	Média (Qm)	Máxima diária (Qmxk1)	Máxima horária (Qmxk1xk2)	Média (Qm)	Máxima diária (Qmxk1)	Máxima horária (Qmxk1xk2)
	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(l/hab.dia)		l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
2020	11.139	5.994	5.145	103,7	103,7	7,19	8,63	12,95	6,18	7,41	11,12
2021	11.384	6.152	5.232	103,7	103,7	7,38	8,86	13,29	6,28	7,54	11,30
2022	11.634	6.315	5.319	103,2	103,2	7,55	9,06	13,58	6,36	7,63	11,44
2023	11.890	6.483	5.408	102,8	102,8	7,71	9,25	13,88	6,43	7,72	11,58
2024	12.152	6.655	5.497	102,3	102,3	7,88	9,46	14,18	6,51	7,81	11,72
2025	12.419	6.831	5.588	101,9	101,9	8,05	9,66	14,49	6,59	7,91	11,86
2026	12.692	7.012	5.680	101,4	101,4	8,23	9,87	14,81	6,67	8,00	12,00
2027	12.972	7.198	5.774	101	101	8,41	10,09	15,13	6,74	8,09	12,14
2028	13.257	7.389	5.868	100	100	8,59	10,31	15,46	6,82	8,19	12,28
2029	13.549	7.584	5.964	100	100	8,78	10,53	15,80	6,90	8,28	12,43
2030	13.847	7.786	6.061	100	100	9,01	10,81	16,22	7,02	8,42	12,63
2031	14.151	7.992	6.159	100	100	9,25	11,10	16,65	7,13	8,55	12,83
2032	14.463	8.204	6.259	100	100	9,49	11,39	17,09	7,24	8,69	13,04
2033	14.781	8.421	6.360	100	100	9,75	11,70	17,54	7,36	8,83	13,25
2034	15.106	8.644	6.462	100	100	10,00	12,01	18,01	7,48	8,97	13,46
2035	15.438	8.873	6.565	100	100	10,27	12,32	18,49	7,60	9,12	13,68
2036	15.778	9.109	6.669	100	100	10,54	12,65	18,98	7,72	9,26	13,89
2037	16.125	9.350	6.775	100	100	10,82	12,99	19,48	7,84	9,41	14,11
2038	16.480	9.598	6.882	100	100	11,11	13,33	20,00	7,96	9,56	14,34
2039	16.842	9.852	6.990	100	100	11,40	13,68	20,53	8,09	9,71	14,56
2040	17.213	10.113	7.099	100	100	11,71	14,05	21,07	8,22	9,86	14,79
2041	17.591	10.381	7.210	100	100	12,02	14,42	21,63	8,34	10,01	15,02
2042	17.978	10.656	7.322	100	100	12,33	14,80	22,20	8,47	10,17	15,25
2043	18.374	10.939	7.435	100	100	12,66	15,19	22,79	8,60	10,33	15,49
2044	18.778	11.229	7.549	100	100	13,00	15,60	23,39	8,74	10,48	15,73
2045	19.191	11.526	7.664	100	100	13,34	16,01	24,01	8,87	10,65	15,97
2046	19.613	11.832	7.781	100	100	13,69	16,43	24,65	9,01	10,81	16,21
2047	20.044	12.145	7.899	100	100	14,06	16,87	25,30	9,14	10,97	16,46
2048	20.485	12.467	8.018	100	100	14,43	17,32	25,97	9,28	11,14	16,70
2049	20.936	12.798	8.138	100	100	14,81	17,77	26,66	9,42	11,30	16,95
2050	21.397	13.137	8.260	100	100	15,20	18,25	27,37	9,56	11,47	17,21

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.



Nota-se, que a redução gradativa do consumo *per capita* será iniciada a partir do ano de 2022, devido a necessidade da implantação das medidas propostas neste planejamento, para que ocorra o início gradativo do alcance do cenário de referência deste planejamento.

Percebe-se por meio da projeção populacional que o município de Esperantina - TO possui tendência a urbanização, ou seja, aumento da população urbana, essa variação refletirá diretamente no aumento da demanda por água, resultando na necessidade de ampliar a produção para atender a demanda futura.

A seguir é apresentado quadro contendo a projeção do consumo médio e produção de água necessária para a zona urbana e rural, aplicando a meta de atendimento da população urbana, rural e as perdas médias de água na distribuição, considerando a redução gradativa das perdas no sistema de distribuição da água e o índice de atendimento gradativo da zona rural.



Quadro 9: Projeção do consumo de água na zona urbana e rural do município de Esperantina - TO

ANO	ÍNDICE DE ATENDIMENTO			CONSUMO MÉDIO			PERDAS MÉDIAS TOTAIS (%)	PRODUÇÃO URBANA (l/s)	PRODUÇÃO RURAL (l/s)
	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL			
	%			l/s					
2020	91%	98,7%	81%	12,10	7,10	5,00	44%	15,14	10,67
2021	94%	98,7%	89%	12,85	7,29	5,56	43%	15,38	11,74
2022	98%	98,7%	96%	13,56	7,45	6,11	42%	15,54	12,76
2023	99%	98,7%	99%	13,98	7,61	6,37	42%	15,71	13,15
2024	100%	100,0%	100%	14,39	7,88	6,51	41%	16,09	13,30
2025	100%	100,0%	100,00%	14,64	8,05	6,59	41%	16,27	13,31
2026	100%	100,0%	100,00%	14,89	8,23	6,67	40%	16,46	13,33
2027	100%	100,0%	100,00%	15,15	8,41	6,74	38%	16,14	12,95
2028	100%	100,0%	100,00%	15,41	8,59	6,82	35%	15,86	12,60
2029	100%	100,0%	100,00%	15,68	8,78	6,90	33%	15,61	12,27
2030	100%	100,0%	100,00%	16,03	9,01	7,02	30%	15,45	12,03
2031	100%	100,0%	100,00%	16,38	9,25	7,13	28%	15,31	11,80
2032	100%	100,0%	100,00%	16,74	9,49	7,24	25%	15,19	11,59
2033	100%	100,0%	100,00%	17,11	9,75	7,36	23%	15,09	11,40
2034	100%	100,0%	100,00%	17,48	10,00	7,48	20%	15,01	11,22
2035	100%	100,0%	100,00%	17,87	10,27	7,60	20%	15,41	11,40
2036	100%	100,0%	100,00%	18,26	10,54	7,72	20%	15,81	11,58
2037	100%	100,0%	100,00%	18,66	10,82	7,84	20%	16,23	11,76
2038	100%	100,0%	100,00%	19,07	11,11	7,96	20%	16,66	11,95
2039	100%	100,0%	100,00%	19,49	11,40	8,09	20%	17,10	12,14
2040	100%	100,0%	100,00%	19,92	11,71	8,22	20%	17,56	12,33
2041	100%	100,0%	100,00%	20,36	12,02	8,34	20%	18,02	12,52
2042	100%	100,0%	100,00%	20,81	12,33	8,47	20%	18,50	12,71
2043	100%	100,0%	100,00%	21,27	12,66	8,60	20%	18,99	12,91
2044	100%	100,0%	100,00%	21,73	13,00	8,74	20%	19,49	13,11
2045	100%	100,0%	100,00%	22,21	13,34	8,87	20%	20,01	13,31
2046	100%	100,0%	100,00%	22,70	13,69	9,01	20%	20,54	13,51
2047	100%	100,0%	100,00%	23,20	14,06	9,14	20%	21,09	13,71
2048	100%	100,0%	100,00%	23,71	14,43	9,28	20%	21,64	13,92
2049	100%	100,0%	100,00%	24,23	14,81	9,42	20%	22,22	14,13
2050	100%	100,0%	100,00%	24,76	15,20	9,56	20%	22,81	14,34

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

A redução gradativa das perdas diminuirá a demanda por ampliação do sistema de captação da água, diminuindo o impacto financeiro para atender com quantidade a população futura, uma vez que terá maior aproveitamento da água captada do lençol freático.



➤ **Projeção das necessidades do SAA da zona urbana**

A partir do quadro 10, realizou-se as projeções das necessidades de ampliação do SAA da zona urbana, as quais utilizaram as seguintes informações como base de dados.

- Produção existente (Esperantina, 2020) – 13,13 l/s
- Reservação atual (Esperantina, 2020 e ATS, 2017) – 325 m³
- Extensão de rede (ATS, 2012) – 16,9 km (Adotado para o ano de 2020)
- Extensão de rede de água por ligação (SNIS, 2019) – 12,8 m/lig.
- Ligações ativas de água (SNIS, 2019) – 1.692 ligações (Adotado para o ano de 2020)
- Hidrometação/Economia de água (SNIS, 2019) – 2.179 economias (Adotado para o ano de 2020)

Para realizar a projeção dos hidrômetros utilizados no Sistema de Abastecimento de Água da zona urbana, adotou-se como quantidade de hidrômetros o número de economias de água, uma vez que para a aferição de cada economia é necessário ter um hidrômetro para realizar a medição.

O quadro a seguir apresenta as demandas necessárias para atendimento da população de Esperantina - TO quanto ao abastecimento de água da zona urbana.



Plano Municipal de Saneamento Básico de Esperantina – Volume II

Quadro 10: Prognósticos das demandas necessárias para o sistema de abastecimento de água.

ANO	Consumo Máximo Diário	PRODUÇÃO			RESERVAÇÃO			REDE DE DISTRIBUIÇÃO		LIGAÇÕES DE ÁGUA		HIDROMETAÇÃO	
		Existente	Necessária	Incremento	Existente	Necessária	Incremento	Existente	Necessária	Existente	Necessária	Existente	Necessária
		l/s	l/s	l/s	m³	m³	l/s	km	km	un.	un.	un.	un.
2020	8,63	13,13	15,14	-	325	249	-	16,90	22,82	1.692	1.783	2.179	2.296
2021	8,86	13,13	15,38	10	325	255	-	16,90	23,43	1.692	1.830	2.179	2.357
2022	9,06	23,13	15,54	-	325	261	-	16,90	24,05	1.692	1.879	2.179	2.419
2023	9,25	23,13	15,71	-	325	267	-	16,90	24,68	1.692	1.928	2.179	2.483
2024	9,46	23,13	16,09	-	325	272	-	16,90	25,34	1.692	1.980	2.179	2.549
2025	9,66	23,13	16,27	-	325	278	-	16,90	26,01	1.692	2.032	2.179	2.617
2026	9,87	23,13	16,46	-	325	284	-	16,90	26,70	1.692	2.086	2.179	2.686
2027	10,09	23,13	16,14	-	325	291	-	16,90	27,41	1.692	2.141	2.179	2.757
2028	10,31	23,13	15,86	-	325	297	-	16,90	28,13	1.692	2.198	2.179	2.830
2029	10,53	23,13	15,61	-	325	303	-	16,90	28,88	1.692	2.256	2.179	2.906
2030	10,81	23,13	15,45	-	325	311	-	16,90	29,64	1.692	2.316	2.179	2.983
2031	11,10	23,13	15,31	-	325	320	201	16,90	30,43	1.692	2.377	2.179	3.062
2032	11,39	23,13	15,19	-	526	328	-	16,90	31,24	1.692	2.440	2.179	3.143
2033	11,70	23,13	15,09	-	526	337	-	16,90	32,06	1.692	2.505	2.179	3.226
2034	12,01	23,13	15,01	-	526	346	-	16,90	32,91	1.692	2.571	2.179	3.311
2035	12,32	23,13	15,41	-	526	355	-	16,90	33,79	1.692	2.640	2.179	3.399
2036	12,65	23,13	15,81	-	526	364	-	16,90	34,68	1.692	2.709	2.179	3.489
2037	12,99	23,13	16,23	-	526	374	-	16,90	35,60	1.692	2.781	2.179	3.582
2038	13,33	23,13	16,66	-	526	384	-	16,90	36,54	1.692	2.855	2.179	3.677
2039	13,68	23,13	17,10	-	526	394	-	16,90	37,51	1.692	2.931	2.179	3.774
2040	14,05	23,13	17,56	-	526	405	-	16,90	38,51	1.692	3.008	2.179	3.874
2041	14,42	23,13	18,02	-	526	415	-	16,90	39,53	1.692	3.088	2.179	3.977
2042	14,80	23,13	18,50	-	526	426	-	16,90	40,58	1.692	3.170	2.179	4.082
2043	15,19	23,13	18,99	-	526	438	-	16,90	41,65	1.692	3.254	2.179	4.191
2044	15,60	23,13	19,49	-	526	449	-	16,90	42,75	1.692	3.340	2.179	4.302
2045	16,01	23,13	20,01	-	526	461	-	16,90	43,89	1.692	3.429	2.179	4.416
2046	16,43	23,13	20,54	-	526	473	-	16,90	45,05	1.692	3.520	2.179	4.533
2047	16,87	23,13	21,09	-	526	486	-	16,90	46,24	1.692	3.613	2.179	4.653
2048	17,32	23,13	21,64	-	526	499	-	16,90	47,47	1.692	3.709	2.179	4.776
2049	17,77	23,13	22,22	-	526	512	-	16,90	48,73	1.692	3.807	2.179	4.903
2050	18,25	23,13	22,81	-	526	525	-	16,90	50,02	1.692	3.908	2.179	5.033

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.



A fim de contribuir com o alcance da melhoria/eficiência do sistema de abastecimento de água, bem como o atendimento à população, buscou-se ao longo deste planejamento apresentar alternativas que permitam alcançar a prestação destes serviços em uma visão otimista, correspondendo ao Cenário de Referência apresentado nas projeções de demanda e consumo.

Por meio do quadro 10, definiu-se a extensão da rede de água necessária ao longo dos anos considerando a relação entre a população e a quantidade de economias do ano de referência SNIS (2019), bem como a relação entre as economias e as ligações de água, e pôr fim a metragem necessária por ligação de acordo com o SNIS (2019), obtendo que ao final do período de planejamento o município deverá alcançar 50.020 metros de rede de distribuição de água na zona urbana.

Quanto as ligações de água, conforme ocorre a variação da população acontecerá o aumento gradativo das ligações, resultando em 2050 na quantidade de 3.908 ligações de água e na hidrometragem alcançará 5.033 hidrômetros.

➤ **Projeção das necessidades do SAA do Povoado Vila Tocantins**

Considerando que atualmente na zona rural de Esperantina apenas Povoado Vila Tocantins está com sistema de abastecimento de água coletivo em operação, estimou-se o consumo médio, projeção da produção de água e por fim as projeções das necessidades da zona urbana, as quais utilizaram as seguintes informações.

A seguir apresenta-se o quadro 11 constando o consumo médio e a produção de água no Povoado Vila Tocantins.



Plano Municipal de Saneamento Básico de Esperantina – Volume II

Quadro 11: Projeção da demanda de água, consumo e produção de água do Povoado Vila Tocantins.

ANO	População Vila Tocantins	Per capita	DEMANDA DE ÁGUA			CONSUMO DE ÁGUA			PRODUÇÃO(l/s)
			Média (Qm)	Máxima diária (Qmxk1)	Máxima horária (Qmxk1xk2)	Índice de Atendimento	Consumo Médio	Perdas médias totais	
	Hab.	l/hab.dia	l/s	l/s	l/s	%	l/s	l/s	
2020	3.161	103,7	3,79	4,55	6,83	100%	3,79	44%	8,09
2021	3.218	103,7	3,86	4,63	6,95	100%	3,86	43%	8,15
2022	3.275	103,2	3,91	4,70	7,04	100%	3,91	42%	8,17
2023	3.334	102,8	3,97	4,76	7,14	100%	3,97	42%	8,19
2024	3.393	102,3	4,02	4,82	7,23	100%	4,02	41%	8,21
2025	3.454	101,9	4,07	4,89	7,33	100%	4,07	41%	8,23
2026	3.516	101,4	4,13	4,95	7,43	100%	4,13	40%	8,25
2027	3.579	100,9	4,18	5,02	7,53	100%	4,18	38%	8,03
2028	3.643	100,5	4,24	5,08	7,62	100%	4,24	35%	7,82
2029	3.708	100,0	4,29	5,15	7,73	100%	4,29	33%	7,63
2030	3.775	100,0	4,37	5,24	7,86	100%	4,37	30%	7,49
2031	3.842	100,0	4,45	5,34	8,00	100%	4,45	28%	7,36
2032	3.911	100,0	4,53	5,43	8,15	100%	4,53	25%	7,24
2033	3.981	100,0	4,61	5,53	8,29	100%	4,61	23%	7,13
2034	4.052	100,0	4,69	5,63	8,44	100%	4,69	20%	7,03
2035	4.125	100,0	4,77	5,73	8,59	100%	4,77	20%	7,16
2036	4.199	100,0	4,86	5,83	8,75	100%	4,86	20%	7,29
2037	4.274	100,0	4,95	5,94	8,90	100%	4,95	20%	7,42
2038	4.350	100,0	5,04	6,04	9,06	100%	5,03	20%	7,55
2039	4.428	100,0	5,13	6,15	9,23	100%	5,13	20%	7,69
2040	4.507	100,0	5,22	6,26	9,39	100%	5,22	20%	7,82
2041	4.588	100,0	5,31	6,37	9,56	100%	5,31	20%	7,97
2042	4.670	100,0	5,41	6,49	9,73	100%	5,41	20%	8,11
2043	4.754	100,0	5,50	6,60	9,90	100%	5,50	20%	8,25
2044	4.839	100,0	5,60	6,72	10,08	100%	5,60	20%	8,40
2045	4.926	100,0	5,70	6,84	10,26	100%	5,70	20%	8,55
2046	5.014	100,0	5,80	6,96	10,45	100%	5,80	20%	8,70
2047	5.103	100,0	5,91	7,09	10,63	100%	5,91	20%	8,86
2048	5.195	100,0	6,01	7,21	10,82	100%	6,01	20%	9,02
2049	5.288	100,0	6,12	7,34	11,02	100%	6,12	20%	9,18
2050	5.382	100,0	6,23	7,48	11,21	100%	6,23	20%	9,34

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.



A partir dos dados fornecidos pelo quadro 12, realizou-se as projeções das necessidades de ampliação do SAA do Povoado Vila Tocantins. Para tal projeção, também foram necessárias as seguintes informações.

- Produção existente (Esperantina, 2020) – 5,97 l/s
- Reservação atual (Esperantina, 2020 e ATS, 2017) – 200 m³
- Extensão de rede (ATS, 2012) – 6,4 km (Adotado para o ano de 2020)
- Ligações ativas de água (Sannorte, 2020) – 660 ligações
- Hidrometação/Economia de água – Não existe sistema de hidrometação

Para realizar a projeção dos hidrômetros utilizados no Sistema de Abastecimento de Água do Povoado Vila Tocantins, adotou-se como base para definição da quantidade de hidrômetros necessária o número de ligações ativas de água, uma vez que no Povoado não há sistema de hidrometação instalado, ou seja, não ocorre medição do volume consumido, estando todas as economias pagando tarifa de taxa mínima.

O quadro a seguir apresenta as demandas necessárias para atendimento da população do Povoado Vila Tocantins de Esperantina – TO.



Plano Municipal de Saneamento Básico de Esperantina – Volume II

Quadro 12: Prognósticos das demandas necessárias para o sistema de abastecimento de água do Povoado Vila Tocantins.

ANO	Consumo Máximo Diário	PRODUÇÃO			RESERVAÇÃO			REDE DE DISTRIBUIÇÃO		LIGAÇÕES DE ÁGUA		HIDROMETAÇÃO	
		Existente	Necessária	Incremento	Existente	Necessária	Incremento	Existente	Necessária	Existente	Necessária	Existente	Necessária
		l/s	l/s	l/s	m³	m³	l/s	km	km	un.	un.	un.	un.
2020	4,55	5,97	8,09	-	200	131	-	6,41	8,45	660	940	660	940
2021	4,63	5,97	8,15	4	200	133	-	6,41	8,60	660	957	660	957
2022	4,70	9,97	8,17	-	200	135	-	6,41	8,75	660	974	660	974
2023	4,76	9,97	8,19	-	200	137	-	6,41	8,91	660	992	660	992
2024	4,82	9,97	8,21	-	200	139	-	6,41	9,07	660	1009	660	1.009
2025	4,89	9,97	8,23	-	200	141	-	6,41	9,23	660	1028	660	1.028
2026	4,95	9,97	8,25	-	200	143	-	6,41	9,40	660	1046	660	1.046
2027	5,02	9,97	8,03	-	200	144	-	6,41	9,57	660	1065	660	1.065
2028	5,08	9,97	7,82	-	200	146	-	6,41	9,74	660	1084	660	1.084
2029	5,15	9,97	7,63	-	200	148	-	6,41	9,91	660	1103	660	1.103
2030	5,24	9,97	7,49	-	200	151	-	6,41	10,09	660	1123	660	1.123
2031	5,34	9,97	7,36	-	200	154	-	6,41	10,27	660	1143	660	1.143
2032	5,43	9,97	7,24	-	200	156	-	6,41	10,45	660	1163	660	1.163
2033	5,53	9,97	7,13	-	200	159	-	6,41	10,64	660	1184	660	1.184
2034	5,63	9,97	7,04	-	200	162	-	6,41	10,83	660	1205	660	1.205
2035	5,73	9,97	7,16	-	200	165	-	6,41	11,02	660	1227	660	1.227
2036	5,83	9,97	7,29	-	200	168	-	6,41	11,22	660	1249	660	1.249
2037	5,94	9,97	7,42	-	200	171	-	6,41	11,42	660	1271	660	1.271
2038	6,04	9,97	7,55	-	200	174	-	6,41	11,63	660	1294	660	1.294
2039	6,15	9,97	7,69	-	200	177	-	6,41	11,83	660	1317	660	1.317
2040	6,26	9,97	7,83	-	200	180	-	6,41	12,05	660	1341	660	1.341
2041	6,37	9,97	7,97	-	200	184	-	6,41	12,26	660	1365	660	1.365
2042	6,49	9,97	8,11	-	200	187	-	6,41	12,48	660	1389	660	1.389
2043	6,60	9,97	8,25	-	200	190	-	6,41	12,70	660	1414	660	1.414
2044	6,72	9,97	8,40	-	200	194	-	6,41	12,93	660	1439	660	1.439
2045	6,84	9,97	8,55	-	200	197	-	6,41	13,16	660	1465	660	1.465
2046	6,96	9,97	8,70	-	200	201	16,0	6,41	13,40	660	1491	660	1.491
2047	7,09	9,97	8,86	-	216	204	-	6,41	13,64	660	1518	660	1.518
2048	7,21	9,97	9,02	-	216	208	-	6,41	13,88	660	1545	660	1.545
2049	7,34	9,97	9,18	-	216	212	-	6,41	14,13	660	1573	660	1.573
2050	7,48	9,97	9,34	-	216	215	-	6,41	14,38	660	1601	660	1.601

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.



3.4. DEFINIÇÃO DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE ENGENHARIA PARA ATENDIMENTO DA DEMANDA CALCULADA

As alternativas técnicas para atendimento das demandas de água estão descritas a seguir por região e deficiências identificadas ao longo do diagnóstico e projeções de demanda e consumo de água.

3.4.1. Zona urbana

A partir do prognóstico das demandas, calculou-se a capacidade de reserva necessária considerando um terço do consumo máximo diário daqueles respectivos anos, permitindo identificar que a reserva atual de 325 m³ conseguirá suprir a demanda até o ano de 2031, no entanto para suprir a demanda até final de plano, ano de 2050, deverá ocorrer a ampliação da capacidade do reservatório em 201 m³ para conseguir suprir a demanda de 2032 a 2050. O presente planejamento adotou como melhor alternativa o incremento total no ano de 2031.

Quanto a produção de água, nota-se que o atual sistema de captação produz 13,13/s (Esperantina, 2020) e para suprir o índice de perdas de água na distribuição, percentual de 43,74% (SNIS, 2019), há necessidade de incremento, desse modo o incremento pode ocorrer de forma gradual ou total, este planejamento prevê o incremento total no ano de 2021, visto que a população já encontra-se necessitando de tal intervenção. Considerando que o potencial de vazão para poços abertos na zona urbana de Esperantina é de aproximadamente 16 m³/h, ou seja, 5 l/s, dessa maneira a abertura de 2 (dois) PTP atenderá a necessidade de incremento, uma vez que a ampliação necessária para atender até final de plano é da vazão de 10 l/s (Quadro 12).

Entretanto, tal ampliação pode ser solucionado com a diminuição dos índices de perdas, podendo ser essa uma solução menos onerosa para a detentora da concessão e meio ambiente.



Considerando a atual rede de distribuição e projeção populacional para o período de alcance deste projeto de 30 anos, avaliou-se que será necessário ampliar a extensão total da rede de distribuição e realizar novas ligações de água ao longo desse período, iniciando no ano de 2021.

Quanto ao atendimento da população futura com água em quantidade e qualidade, é necessário a diminuição da perda na distribuição. A diminuição das perdas permitirá diminuir a sobrecarga no sistema de captação/produção de água, fazendo com que o sistema existente, após a ampliação citada anteriormente, seja suficiente para atender a população futura.

Para o alcance da diminuição da perda de água se faz necessário implantar o programa de manutenção preventiva e ações corretivas no sistema considerando a adequação das pressões e auxílio na redução das perdas ocasionadas por rompimento de tubulações que ocasionam vazamentos, além de realizar as seguintes ações.

- Substituição das tubulações com incidência de rompimento devido a tubulação ser antiga e ressecada;
- Identificar vazamentos não visíveis nos ramais principais ou secundários, bem como adutora, utilizando-se de métodos de acústica;
- Verificação dos hidrômetros conforme recomendação do INMETRO até o ano de 2024;
- Substituição dos hidrômetros em desconformidade com as recomendações do INMETRO;
- Orientar a comunidade sobre a necessidade de fazer uma proteção em volta do hidrômetro para minimizar o risco de dano.

A substituição da rede deve ocorrer gradativamente de forma corretiva, quando ocorrer vazamento, e preventiva, para que de fato reduza tais perdas e alcance o cenário de referência deste planejamento.

Quanto a qualidade da água, é necessária a realização do acompanhamento periódico dos padrões de potabilidade e também dos teores de cloreto, dureza e carbonato de cálcio na água, uma vez que há indícios desses estarem fora do padrão instituído pela Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde.



Constatado qualquer inconformidade na qualidade da água, com relação aos parâmetros químicos e biológicos, deve ser realizado a avaliação da eficiência do atual Sistema de Tratamento por cloro. Caso seja constatada a necessidade de adequação do tratamento para a presença de cloreto, dureza e carbonato de cálcio, deve-se utilizar o processo de Deionização como tratamento secundário, pois o tratamento convencional não conseguirá tratar tal água.

Além das alternativas acima mencionadas, é de extrema urgência a regularização do processo de cobrança dos serviços públicos de abastecimento de água, devendo ser implantado estrutura tarifária com variação de acordo com as faixas de consumo e categorias, para que assim consiga cobrar os valores devidos de forma clara e proporcional ao consumo. Outro fator que deve ser considerado é a não existência de Tarifa Social, devendo a mesma ser implantada no município para atender a parcela da comunidade que se enquadra e tal classificação social.

A reestruturação tarifária é necessária para a implantação do presente Plano Municipal de Saneamento Básico, uma vez que, é necessário alcançar o equilíbrio econômico financeiro da prestação do serviço.

3.4.2. Zona rural

Com relação ao alcance das metas de atendimento na zona rural, no que se refere ao Povoado Vila Tocantins, a partir do prognóstico do Quadro 12, referente as demandas necessárias do SAA do Povoado Vila Tocantins, calculou-se a capacidade de reserva necessária considerando um terço do consumo máximo diário daqueles respectivos anos, permitindo identificar que a reserva atual de 200 m³ conseguirá suprir a demanda até 2045, sendo necessário realizar ampliação apenas no período de 2046 a 2050 com 16 m³.

Quanto a produção de água, nota-se que o atual sistema de captação produz 5,97/s (Esperantina, 2020) e para suprir o índice de perdas de água na distribuição, percentual de 43,74%, há necessidade de ampliação, desse modo a ampliação pode ocorrer de forma gradual ou total, este planejamento prevê o incremento total no ano de 2021, visto que a população já encontra-se necessitando de tal intervenção. Considerando que o potencial de vazão para poços abertos na zona



rural de Esperantina é de aproximadamente 16 m³/h, ou seja, 5 l/s, dessa maneira a abertura de 1 (um) PTP atenderá a necessidade de incremento.

Entretanto, conforme dito anteriormente para o SAA da zona urbana, tal incremento pode ser solucionado com a diminuição dos índices de perdas, podendo ser essa uma solução menos onerosa para a detentora da concessão e meio ambiente.

Quanto ao Povoado Pingo D' Água é necessário reparos e manutenção no reservatório e portão de entrada da área do sistema de abastecimento, bem como instalação das sinalizações e bombeamento reserva. Além disso, é necessária a extensão de rede para atender domicílios esparsos e de roço para promover a adequada manutenção da área do poço e reservatório.

No Povoado São Francisco, necessita-se a reativação do sistema de abastecimento de água e para isso a instalação do sistema elétrico e poço para captação da água deve ocorrer de forma emergencial. Além de promover reforma e reparos no reservatório, portão e cercamento. Segundo Diagnostico feito no Volume I o sistema necessitará de ampliação da rede de distribuição para atender a população atual e futura, bem como sinalização da área de acesso e alimentação elétrica, quando for regularizada.

Já o Povoado Pedra Grande o reservatório necessita de limpeza, remoção de corrosão e eventuais reparos e precisará instalar o sistema de bombeamento reserva. O portão necessita de reparos e de sinalização da área para identificar que se trata do sistema de abastecimento de água e a proibição de entrada de pessoas não autorizadas.

O Sistema de Abastecimento de Água do Assentamento Tobasa, encontra-se com poço novo implantado e para o seu funcionamento é necessária a ligação da energia elétrica, reforma e reparos no reservatório, e manutenção na área interna (roçagem) e no seu isolamento por meio da reforma da cerca e do portão de acesso.

Aos Povoados Pedra Grande, São Francisco, Pingo D' Água e Assentamento Tobasa, é necessário a instalação de sistema de tratamento simplificado de água na saída do poço de captação da água subterrânea, promovendo a comunidade água em quantidade e qualidade.

Nos povoados e assentamentos com sistema de abastecimento de água instalado ou em fase de ativação necessitam a instalação de hidrômetros e kit cavaletes para que haja a medição do consumo e o seu adequado faturamento.

Para as demais localidades da zona rural, que não possui possibilidade de implantação de rede de distribuição, propõe-se que a Prefeitura Municipal faça a instalação de unidades SALTA-Z concedidas por meio de convênio junto a FUNASA, recomendados para propriedades rurais e assentamentos. O SALTA-Z utiliza processo convencional para tratar a água, por meio de uma estrutura física simplificada, e fazendo uso de filtro e dosadores de características artesanais, é de fácil aplicação, instalação e apropriação pelo município e comunidades, com potencial transformador social e ambiental, conforme imagem a seguir.

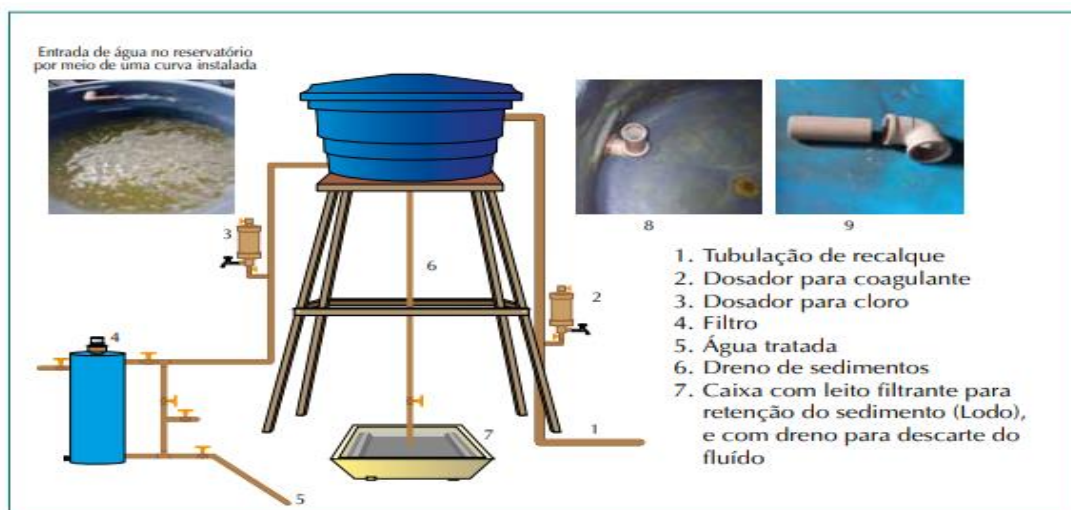


Figura 4: Croqui figurativo do Salta Z proposto.

Fonte: FUNASA, 2017.

Além disso, propõe-se a implantação de uma solução alternativa coletiva sem rede, sendo o Poço Tubular Profundo com sistema de tratamento simplificado e chafariz nas regiões mais esparsas, para promover o acesso dessas comunidades a água potável, a seguir uma representação figurativa do sistema proposto.

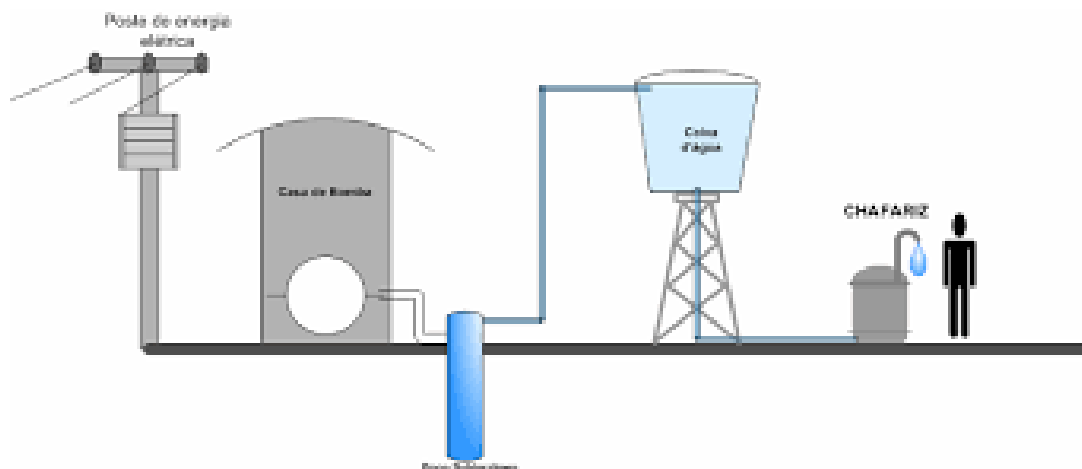


Figura 5: Croqui figurativo da Solução Alternativa Coletiva sem rede - Chafariz proposto.

Fonte: MS, 2007.

A solução coletiva deve ser operacionalizada pela Prefeitura Municipal. Já a redução do consumo *per capita*, esse requer a execução de medidas estruturantes voltadas a implantação de Programas Municipais de Incentivo a reutilização da água, tanto no âmbito escolar quanto para a comunidade em geral, bem como de racionalização. As medidas estruturantes devem ser executadas utilizando-se de meios de comunicação, rádio, mídias online, portal da transparência, e presencialmente, utilizando-se de oficinas, palestras, capacitações e fóruns de discussão sobre a água.

Nas épocas mais secas do ano, há também diminuição de vazão tanto das vazões de base dos rios e dos lençóis freáticos quanto das águas superficiais, podendo ocasionar volume insuficiente para o consumo agropecuário e humano.

Deste modo, há necessidade de:

- Previsão de instalação de cisternas para abastecimento por águas pluviais ou através de poço, permitindo os domicílios continuar com água potável disponível durante o período de estiagem;
- Melhoramento de poços cacimba (revestimento e limpeza/manutenção);
- Disponibilizar saches de cloro para a comunidade rural que utiliza de soluções individuais como cisternas e poços tubulares profundo.

Além disso, independentemente do sistema convencional de abastecimento de água, propõe-se a captação da água da chuva na rural como forma de abastecimento complementar. A implantação de reservação para acúmulo de águas

pluviais na zona urbana permitirá a gestão municipal minimizar os problemas com erosão e garantir o acesso à água. A captação da água da chuva por sistema de aproveitamento é composta por um modelo simples de filtro, separador da primeira água da chuva e reservação, conforme mostra Figura 6 a seguir.

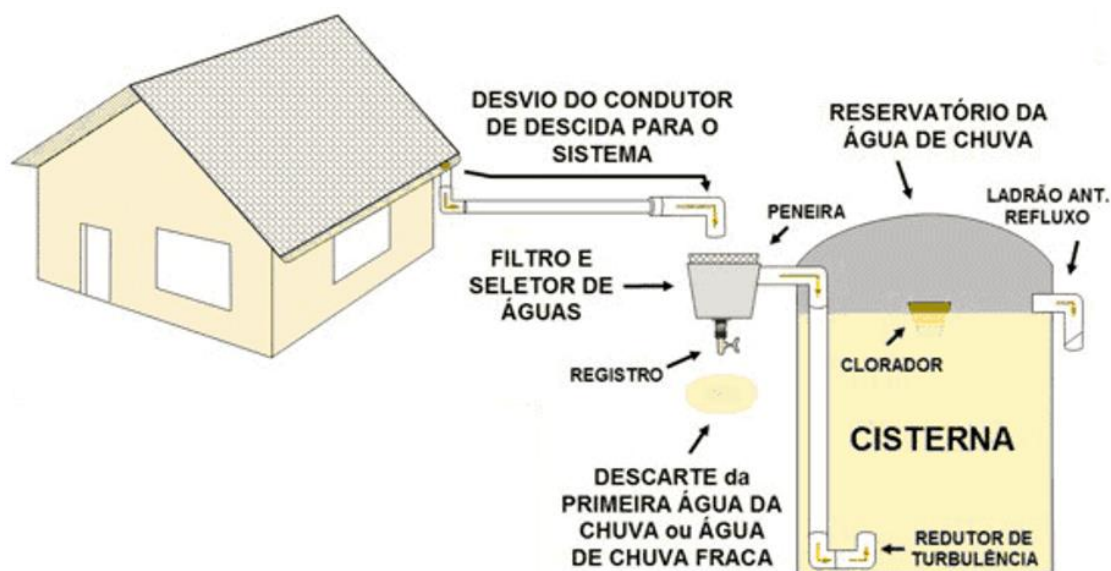


Figura 6: Croqui figurativo para captação e reservação de água da chuva
Fonte: Sempre Sustentável, s.d.

Além de implantar as medidas estruturais e estruturantes mencionadas, a gestão pública deve fiscalizar a operação do Sistema de Abastecimento de Água por meio do monitoramento periódico da qualidade da água realizando análises físico-químicas e bacteriológicas utilizando-se os parâmetros mínimos indicados pela Portaria do MS nº 2914. Além de fortalecer as ações de recuperação de mananciais e desativação de poços rudimentares em situação inadequada.

3.5. Previsão de eventos de emergência e contingência

Quadro 13: Principais eventos de emergência e ações de emergência e contingência para o sistema de abastecimento de água.

Ocorrência	Descrição	Ações de Prevenção	Ações de Emergência e Contingência
Queda no fornecimento de energia elétrica.	A interrupção do fornecimento de energia elétrica pode ser provocada por interrupção programada, interrupção acidental na rede ou defeitos nas instalações elétricas.	- Disponibilizar geradores reservas.	- Comunicar à concessionária de energia elétrica para a disponibilização de gerador de emergência na falta continuada de energia; - Controlar a água disponível em reservatórios; - Disponibilizar caminhões pipa para fornecimento emergencial de água. - Comunicar à comunidade afetada.
Vandalismo e/ou sinistros.	Ações de vândalos e/ou ocorrência de danos, por exemplo furto de bombas.	- Implantar cercas, uso de trancas e cadeados, sistemas de iluminação e roço da área - Realizar educação ambiental.	- Fazer manutenção corretiva; - Caso tais medidas sejam ineficientes e os vândalos causem algum tipo de dano, deve-se comunicar à polícia, que tomará as devidas providências.
Seca prolongada.	Situações de seca prolongada que venham a comprometer a vazão dos poços e mananciais, fazendo com que funcionem em estado crítico por conta da diminuição no volume de água, afetando todo o sistema.	- Realizar campanhas de conscientização para que a população economize água.	- Disponibilizar caminhões pipa para fornecimento emergencial de água. - Comunicar à comunidade afetada. - Controlar a água disponível em reservatórios; - Declarar racionamento de água quando necessário.
Danificação da estrutura e equipamentos de captação, reservação ou rompimento de redes e linhas adutoras de água tratada	Há diversos fatores podem danificar a rede e estrutura de captação, entre eles a pressão elevada na tubulação, desmoronamento de poço e queimada da bomba, veículos pesados na área de circulação da cidade	- Manutenção periódica dos equipamentos; - Criteriosidade na escolha de materiais para a construção do sistema; - Montar equipe de “caça” vazamentos; - Setorizar as redes de distribuição para minimizar os impactos;	- Isolar a área e informar à Sannorte, para que tome as providências necessárias; - Fazer manutenção ou troca das redes/linhas; - Comunicar à comunidade afetada.
Contaminação acidental da água.	Fatores como dissolução de substâncias ferruginosas, produtos resultantes de agrotóxicos e descarte irregular de esgotos podem ocasionar tal situação.	- Monitoramento físico-químico e bacteriológico da água; - Implantação de soluções alternativas/complementares ao sistema de abastecimento convencional	- Identificar o ponto de contaminação; - Comunicar à Secretaria Municipal de saúde, meio ambiente e a Sannorte; - Suspender a distribuição da água - Disponibilizar carros pipas para o atendimento da população prejudicada

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

4. INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

4.1. Cenário de Referência para o Sistema de Esgotamento Sanitário

O Cenário de Referência adotado no presente planejamento visa contribuir com a compreensão da situação atual e futura do esgotamento sanitário em âmbito urbano e rural através do dinamismo dos fatores críticos deste componente do saneamento ambiental do município de Esperantina – TO. O Quadro 14 apresenta uma síntese das descrições dos cenários utilizados como base para o estudo de prognóstico das demandas dos serviços de esgotamento sanitário.

Quadro 14: Cenário de Referência referente à infraestrutura de esgotamento sanitário

Fatores críticos	Cenário de Referência
Crescimento Demográfico	Ocorrerá a implantação do sistema e sua ampliação estará à frente do crescimento populacional atendendo ao horizonte de 30 anos
Geração <i>per capita</i>	Constante com reduções futuras
Tratamento do Efluente	Atenderá aos padrões de lançamento preconizados em Lei
Índice de Qualidade do Efluente	Excelente
Nível de contentamento da população	Satisfatório
Cobertura do sistema de esgotamento sanitário	Universalização da prestação dos serviços de esgotamento sanitário
Ligações clandestinas	Erradicado
Participação e controle social	Fortalecimentos da participação social a partir de órgãos colegiados
Manutenção dos sistemas individuais	Realização periódica da manutenção preventiva e corretiva
Marco Regulatório	Implantar mecanismo de regulação, alcançando a estabilidade, aprimoramento e fortalecimento dos instrumentos jurídicos para regulação e fiscalização dos serviços
Investimentos no setor	Crescimento do patamar dos investimentos públicos municipais submetidos ao planejamento e ao controle social
Insuficiência de banheiros	Implantação de melhorias sanitárias em 100% dos domicílios diagnosticados com a falta de banheiros

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

➤ **Síntese dos principais aspectos abordados na construção do Cenário de Referência para o sistema de esgotamento sanitário**

O cenário otimista prevê a manutenção, implantação e universalização da prestação dos serviços de esgotamento sanitário, visando alcançar 100% dos domicílios que possuem ligações ativas de água, atendidos por rede coletora de esgoto doméstico. Para a reabilitação a rede existente ocorrerá a captação de recurso federal para a realização da manutenção preventiva e corretiva periódica da rede instalada e da ETE em operação, além de prever os recursos necessários para a sua ampliação e universalização na zona urbana do município.

Já a zona rural, sua característica esparsa permitirá o auxílio da comunidade na implantação de soluções individualizadas, fossas sépticas e banheiros. Tal implantação e atendimento ocorrerá por meio de recurso federal captado junto a FUNASA para este fim.

O tratamento do esgoto bruto seja de forma coletiva ou individual representará a minimização de eventos como: percolação de poluentes, contaminação do solo e água subterrânea. A inexistência de ações voltadas ao esgotamento sanitário acarreta em risco aos animais e ao homem, pela proliferação de vetores e potencial risco de contaminação da água.

A manutenção da rede coletora da zona urbana, estação elevatória e estação de tratamento, promoverá a interrupção da contaminação do lençol freático, solo e ar, instaurando na comunidade um ambiente salubre, erradicando os danos ao meio ambiente, decorrentes do lançamento de esgoto *in natura* e do estabelecimento de doenças relacionadas ao extravasamento dos PVs e caixas de ligação, desencadeadas a partir do contato, direto e/ou indireto, do ser humano com águas contaminadas.

Este cenário irá atender ao incremento populacional previsto no horizonte de planejamento de 30 anos adotado por este plano. Esta situação terá como implicação imediata no nível de contentamento da população, que será satisfatório.

As águas residuais que formam o sistema de esgotamento sanitário são constituídas por uma parcela de retorno de 80% da água consumida pela população apresentando, assim, uma intrínseca relação com o consumo *per capita* de água



que neste cenário terá durante o horizonte temporal de 30 anos de reduções gradativas. Dessa forma a geração *per capita* de esgoto irá ao longo do período de planejamento ter reduções que irão maximizar a eficiência operacional do sistema. As reduções previstas ocorrerão pela realização, por exemplo, de ações de educação ambiental no intuito de conscientizar a população do uso da água.

A efetividade do sistema e sua vida útil estão diretamente interligadas com as ações de manutenção preventiva e corretiva uma vez que as redes apresentam problemas recorrentes de entupimentos, ocasionados pelo aterramento de PVs de alguns pontos da rede coletora, que têm como consequências o retorno e o transbordamento de esgoto em residências e vias urbanas. Devido à importância das ações deste cenário se prevê investimentos tanto na parte operacional do sistema quanto na realização, por parte do ente regulador, da manutenção preventiva periódica e corretiva, minimizando os problemas na rede.

Neste cenário está prevista a implantação de melhorias sanitárias domiciliares em 100% dos domicílios que ainda não dispõe de banheiro, seja urbano ou rural. Com as práticas das ações citadas, o sistema de esgotamento sanitário estará funcionando adequadamente, contribuindo para um excelente índice de qualidade do efluente.

Com relação à eficiência do tratamento do esgoto este irá realizar a ativação das lagoas de estabilização que estão sem operação, para que haja o controle operacional e o alcance da eficiência do tratamento do efluente.

Ocorrerá também o crescimento do patamar dos investimentos públicos, onde estes observam o planejamento para implantação do sistema de forma a atender a demanda atual e futura, e se submetem ao controle social, priorizando medidas estruturantes, considerando a participação de órgãos colegiados legalmente constituídos e representativos da sociedade civil, possuindo influência decisiva na formulação e implementação das políticas de saneamento básico com ênfase na infraestrutura de esgotamento sanitário.

4.2. Índice de Atendimento do Sistema de Esgotamento Sanitário

O município de Esperantina – TO dispõe de sistema de coleta e tratamento dos esgotos sanitários que possui cobertura de 60% das ligações ativas de água da zona urbana (Sonne Engenharia, 2020), das quais 1.692 ligações ativas de água o total de 1.015 são ligações de rede de esgoto.

A seguir apresenta-se as metas que irão compor o planejamento para esta municipalidade.

O índice de atendimento é um parâmetro variável de acordo com a realidade municipal, representada por este planejamento por meio das situações expostas no Cenário de Referência. Dessa maneira, os índices futuros (metas de atendimento) são apresentados a seguir.

Quadro 15: Metas de atendimento com esgotamento sanitário de acordo com o Cenário de Referência

Cenário de Referência	Metas de atendimento	
	Zona Urbana	Zona Rural
	Alcançar o atendimento de 90% das ligações ativas de água até 2033	30% dos domicílios até 2029, 90% até 2033 e 100% em 2034.

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

4.3. Demanda de efluente destinados ao sistema de esgotamento sanitário

O sistema de esgotamento sanitário receberá as contribuições do esgoto gerado pelos domicílios de forma gradativa atendendo as metas de atendimento proposta tanto para a zona urbana como rural. Para estimar as contribuições de esgoto será utilizada a projeção populacional realizada no item Prospectivas Técnicas. Para tanto será necessário definir a produção *per capita*, taxa de infiltração, que permitirá realizar a projeção da vazão anual de esgoto e assim definir qual será a contribuição de esgoto.

4.3.1. Produção *per capita*

Para se calcular de forma coerente o volume dos despejos produzidos faz-se necessário conhecer a geração de água, dada a correlação entre ambos. Partindo-se da definição *per capita* de consumo de água pode-se determinar o *per capita* médio de contribuição de esgotos que será igual ao produto de “c.q”, sendo “c” o coeficiente de retorno e “q” o consumo *per capita* de água.

De um modo geral estima-se que 70 a 90% da água consumida nas edificações residenciais retorna a rede coletora pública na forma de despejos domésticos. No Brasil é usual a adoção de valores na faixa de 0,75 a 0,85, caso não haja informações claras que indiquem outro valor para “c”. Neste estudo a demanda de contribuição do esgoto a ser estimada utilizará como referência o coeficiente de retorno em 80 %, por ser o mais usual nas literaturas e companhia de saneamento (NBR 9.649/1986).

O consumo *per capita* de água influenciará na vazão de esgoto a ser coletada e tratada, estando este parâmetro variável de acordo com a realidade municipal, representada por este planejamento por meio das situações expostas no Cenário de Referência.

4.3.2. Taxa de infiltração

É definida como a vazão de água subterrânea que infiltra nas redes coletoras, coletores-tronco, interceptores e emissários. Essa infiltração ocorre por meio de juntas, conexões, paredes de poços de visita e tubos defeituosos.

Os valores usualmente utilizados seguem recomendações das normas brasileiras e dependem de diversos fatores ambientais como do tipo de solo, topografia, particularidades do lençol freático, área servida, e fatores técnicos como material utilizado, extensão da rede coletora e outras intervenções de engenharia.

De acordo com a norma referente a projetos de redes coletoras de esgoto sanitário, as taxas de contribuição de infiltração normalmente situam-se na faixa de 0,05 a 1,0 L/s.km de rede (NBR 9.649/1986). Para este planejamento, utilizou-se o coeficiente de infiltração de 0,1 L/s.km devido à falta de elementos firmes para sua



apuração, e para estar em conformidade com o que as concessionárias de saneamento utilizam em seus estudos.

4.3.3. Projeção da vazão anual de esgoto

A projeção utilizará os parâmetros anteriormente, associados à população estimada ao longo de 30 anos e o consumo de água por habitante, sendo esta análise distribuída entre os cenários futuros pessimista, intermediário e otimista.

No Cenário de Referência o município de Esperantina – TO contará com a realização de ações e programas de conscientização do uso da água, que poderão resultar em uma gradativa diminuição do consumo, interferindo diretamente na contribuição de esgoto e positivamente na gestão, uma vez que reduz, por exemplo, os custos envolvendo o tratamento.

Para estimar a contribuição futura de esgoto, necessita-se, além do consumo de água por habitante, a população a ser atendida com esse serviço ao longo dos anos. Dessa forma, tem-se para a zona urbana o uso da população atendida pelo abastecimento de água, e para a zona rural a população rural identificada no item Prospectivas Técnicas, consolidando assim a projeção de esgoto.

Considerando que o atendimento do município de Esperantina – TO com esgotamento sanitário será feito de forma gradativa a fim de viabilizar a implantação do sistema de coleta, afastamento e tratamento do esgoto, estimou-se os índices de atendimento ao longo de 30 anos, os quais foram aplicados às metas de atendimento anteriormente justificadas e o consumo per capita, em conformidade com o cenário em discussão. Sendo assim, a projeção de vazão e o índice de atendimento da zona urbana, estão apresentados no Quadro 16.



Plano Municipal de Saneamento Básico de Esperantina – Volume II

Quadro 16: Projeção de vazão de esgoto considerando a população urbana considerando o Cenário de Referência

Ano	CONTRIBUIÇÃO DE ESGOTO						EXTENSÃO DE REDE (km)	VAZÃO DE INFILTRAÇÃO (l/s)	ÍNDICE DE ATENDIMENTO URBANO (%)	VAZÃO DE ESGOTO		
	POP. URBANA (hab)	PER CAPITA MICRO MEDIDO (L/hab.dia)	CONSUMO MÉDIO DE ÁGUA (l/s)	MÉDIA (l/s)	MÁXIMA DIA (l/s)	MÁXIMA HORA (l/s)				MÉDIA (l/s)	MÁXIMA DIA (l/s)	MÁXIMA HORA (l/s)
2020	5.994	103,7	7,19	5,75	6,91	10,36	35,00	3,50	60%	5,55	6,24	8,32
2021	6.152	103,7	7,38	5,91	7,09	10,63	35,50	3,55	63%	5,91	6,65	8,86
2022	6.315	103,2	7,55	6,04	7,24	10,87	36,00	3,60	65%	6,26	7,05	9,40
2023	6.483	102,8	7,71	6,17	7,40	11,10	36,50	3,65	68%	6,63	7,46	9,96
2024	6.655	102,3	7,88	6,30	7,57	11,35	37,00	3,70	70%	7,00	7,89	10,53
2025	6.831	101,9	8,05	6,44	7,73	11,60	37,50	3,75	73%	7,39	8,32	11,13
2026	7.012	101,4	8,23	6,58	7,90	11,85	38,00	3,80	75%	7,79	8,77	11,74
2027	7.198	101	8,41	6,73	8,07	12,11	38,50	3,85	78%	8,20	9,24	12,37
2028	7.389	100	8,59	6,87	8,25	12,37	39,01	3,90	80%	8,62	9,72	13,02
2029	7.584	100	8,78	7,02	8,43	12,64	39,51	3,95	83%	9,05	10,21	13,69
2030	7.786	100	9,01	7,21	8,65	12,98	40,01	4,00	85%	9,53	10,75	14,43
2031	7.992	100	9,25	7,40	8,88	13,32	40,51	4,05	88%	10,02	11,31	15,20
2032	8.204	100	9,49	7,60	9,12	13,67	41,01	4,10	90%	10,53	11,89	16,00
2033	8.421	100	9,75	7,80	9,36	14,04	41,51	4,15	93%	11,05	12,49	16,82
2034	8.644	100	10,00	8,00	9,60	14,41	42,01	4,20	100%	12,20	13,81	18,61
2035	8.873	100	10,27	8,22	9,86	14,79	42,51	4,25	100%	12,47	14,11	19,04
2036	9.109	100	10,54	8,43	10,12	15,18	43,01	4,30	100%	12,73	14,42	19,48
2037	9.350	100	10,82	8,66	10,39	15,58	43,51	4,35	100%	13,01	14,74	19,93
2038	9.598	100	11,11	8,89	10,66	16,00	44,01	4,40	100%	13,29	15,07	20,40
2039	9.852	100	11,40	9,12	10,95	16,42	44,51	4,45	100%	13,57	15,40	20,87
2040	10.113	100	11,71	9,36	11,24	16,86	45,01	4,50	100%	13,87	15,74	21,36
2041	10.381	100	12,02	9,61	11,53	17,30	45,51	4,55	100%	14,16	16,09	21,85
2042	10.656	100	12,33	9,87	11,84	17,76	46,01	4,60	100%	14,47	16,44	22,36
2043	10.939	100	12,66	10,13	12,15	18,23	46,52	4,65	100%	14,78	16,81	22,88
2044	11.229	100	13,00	10,40	12,48	18,71	47,02	4,70	100%	15,10	17,18	23,42
2045	11.526	100	13,34	10,67	12,81	19,21	47,52	4,75	100%	15,42	17,56	23,96
2046	11.832	100	13,69	10,96	13,15	19,72	48,02	4,80	100%	15,76	17,95	24,52
2047	12.145	100	14,06	11,25	13,49	20,24	48,52	4,85	100%	16,10	18,35	25,09
2048	12.467	100	14,43	11,54	13,85	20,78	49,02	4,90	100%	16,45	18,75	25,68
2049	12.798	100	14,81	11,85	14,22	21,33	49,52	4,95	100%	16,80	19,17	26,28
2050	13.137	100	15,20	12,16	14,60	21,89	50,02	5,00	100%	17,17	19,60	26,90

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.



Por meio da projeção de vazão do esgoto gerado na zona urbana, identifica-se que o atual sistema de esgotamento sanitário tem recebido a vazão máxima hora de 8,32 l/s.dia de efluente, alcançando ao final de planejamento a vazão de 26,90 l/s.dia.

Quanto a zona rural, devido a sua característica de domicílios esparsos inviabiliza a definição de extensão de rede coletora, parâmetro obrigatório para a definição da projeção da vazão de esgoto.

Portanto, optou-se por realizar a projeção de contribuição da zona rural e a projeção de vazão apenas do Povoado Vila Tocantins que possui sistema de abastecimento de água em operação e extensão de rede de água a ser utilizada como base para a extensão da rede coletora de esgoto. O quadro 17 apresenta a contribuição de esgoto da zona rural do município de Esperantina – TO.



Plano Municipal de Saneamento Básico de Esperantina – Volume II

Quadro 17: Projeção de contribuição do esgoto considerando a população rural e o Cenário de Referência

ANO	CONTRIBUIÇÃO DE ESGOTO						ÍNDICE DE ATENDIMENTO RURAL (%)	VAZÃO DE ESGOTO		
	POP. RURAL (hab)	PER CAPITA MICRO MEDIDO (L/hab.dia)	CONSUMO MÉDIO DE ÁGUA (l/s)	MÉDIA (l/s)	MÁXIMA DIA (l/s)	MÁXIMA HORA (l/s)		MÉDIA (l/s)	MÁXIMA DIA (l/s)	MÁXIMA HORA (l/s)
2020	5.145	103,7	6,18	4,94	5,93	8,89	0%	0	0	0
2021	5.232	103,7	6,28	5,02	6,03	9,04	0%	0	0	0
2022	5.319	103,2	6,36	5,08	6,10	9,15	0%	0	0	0
2023	5.408	102,8	6,43	5,15	6,18	9,26	0%	0	0	0
2024	5.497	102,3	6,51	5,21	6,25	9,37	0%	0	0	0
2025	5.588	101,9	6,59	5,27	6,32	9,49	0%	0	0	0
2026	5.680	101,4	6,67	5,33	6,40	9,60	0%	0	0	0
2027	5.774	101	6,74	5,40	6,47	9,71	0%	0	0	0
2028	5.868	100	6,82	5,46	6,55	9,83	15%	0,85	6,58	9,85
2029	5.964	100	6,90	5,52	6,63	9,94	30%	1,77	6,74	10,05
2030	6.061	100	7,02	5,61	6,73	10,10	45%	2,78	6,99	10,36
2031	6.159	100	7,13	5,70	6,84	10,27	60%	3,88	7,31	10,73
2032	6.259	100	7,24	5,80	6,95	10,43	75%	5,08	7,69	11,16
2033	6.360	100	7,36	5,89	7,07	10,60	90%	6,37	8,14	11,67
2034	6.462	100	7,48	5,98	7,18	10,77	100%	10,98	12,18	15,77
2035	6.565	100	7,60	6,08	7,29	10,94	100%	11,08	12,30	15,94
2036	6.669	100	7,72	6,18	7,41	11,12	100%	11,18	12,41	16,12
2037	6.775	100	7,84	6,27	7,53	11,29	100%	11,28	12,53	16,29
2038	6.882	100	7,96	6,37	7,65	11,47	100%	11,37	12,65	16,47
2039	6.990	100	8,09	6,47	7,77	11,65	100%	11,47	12,77	16,65
2040	7.099	100	8,22	6,57	7,89	11,83	100%	11,58	12,89	16,83
2041	7.210	100	8,34	6,68	8,01	12,02	100%	11,68	13,01	17,02
2042	7.322	100	8,47	6,78	8,14	12,20	100%	11,78	13,14	17,20
2043	7.435	100	8,60	6,88	8,26	12,39	100%	11,89	13,26	17,39
2044	7.549	100	8,74	6,99	8,39	12,58	100%	11,99	13,39	17,58
2045	7.664	100	8,87	7,10	8,52	12,77	100%	12,10	13,52	17,78
2046	7.781	100	9,01	7,20	8,65	12,97	100%	12,21	13,65	17,97
2047	7.899	100	9,14	7,31	8,78	13,16	100%	12,32	13,78	18,17
2048	8.018	100	9,28	7,42	8,91	13,36	100%	12,43	13,91	18,37
2049	8.138	100	9,42	7,54	9,04	13,56	100%	12,54	14,04	18,57
2050	8.260	100	9,56	7,65	9,18	13,77	100%	12,65	14,18	18,77

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.



O Povoado Vila Tocantins possui atualmente 6,41 km de extensão de rede de água devendo alcançar em final de plano a extensão total de 14,95 km, sendo essa variação utilizada para a definição da extensão da rede coletora de esgoto utilizada para a definição da vazão de esgoto do Povoado Vila Tocantins.



Plano Municipal de Saneamento Básico de Esperantina – Volume II

Quadro 18: Projeção de vazão de esgoto considerando a população do Povoado Vila Tocantins considerando o Cenário de Referência.

Ano	CONTRIBUIÇÃO DE ESGOTO						EXTENSÃO DE REDE (km)	VAZÃO DE INFILTRAÇÃO (l/s)	ÍNDICE DE ATENDIMENTO Vila Tocantins (%)	VAZÃO DE ESGOTO		
	POP. POVOADO VILA TOCANTINS (hab)	PER CAPITA MICRO MEDIDO (L/hab.dia)	CONSUMO MÉDIO DE ÁGUA (l/s)	MÉDIA (l/s)	MÁXIMA DIA (l/s)	MÁXIMA HORA (l/s)				MÉDIA (l/s)	MÁXIMA DIA (l/s)	MÁXIMA HORA (l/s)
2020	3.161	103,7	3,79	3,04	3,64	5,46	0,00	0,00	0%	0	0	0
2021	3.218	103,7	3,86	3,09	3,71	5,56	0,00	0,00	0%	0	0	0
2022	3.275	103,2	3,91	3,13	3,76	5,64	0,00	0,00	0%	0	0	0
2023	3.334	102,8	3,97	3,17	3,81	5,71	0,00	0,00	0%	0	0	0
2024	3.393	102,3	4,02	3,21	3,86	5,79	0,00	0,00	0%	0	0	0
2025	3.454	101,9	4,07	3,26	3,91	5,86	0,00	0,00	0%	0	0	0
2026	3.516	101,4	4,13	3,30	3,96	5,94	0,00	0,00	0%	0	0	0
2027	3.579	101	4,18	3,34	4,01	6,02	0,00	0,00	0%	0	0	0
2028	3.643	100	4,24	3,39	4,07	6,10	1,46	0,15	15%	0,53	0,63	0,94
2029	3.708	100,0	4,29	3,43	4,12	6,18	2,97	0,30	30%	1,12	1,33	1,94
2030	3.775	100,0	4,37	3,50	4,19	6,29	4,54	0,45	45%	1,78	2,09	3,04
2031	3.842	100,0	4,45	3,56	4,27	6,40	6,16	0,62	60%	2,50	2,93	4,21
2032	3.911	100,0	4,53	3,62	4,35	6,52	7,84	0,78	75%	3,30	3,85	5,48
2033	3.981	100,0	4,61	3,69	4,42	6,63	9,58	0,96	90%	4,18	4,84	6,83
2034	4.052	100,0	4,69	3,75	4,50	6,75	14,95	1,50	100%	5,25	6,00	8,25
2035	4.125	100,0	4,77	3,82	4,58	6,87	14,95	1,50	100%	5,31	6,08	8,37
2036	4.199	100,0	4,86	3,89	4,67	7,00	14,95	1,50	100%	5,38	6,16	8,49
2037	4.274	100,0	4,95	3,96	4,75	7,12	14,95	1,50	100%	5,45	6,24	8,62
2038	4.350	100,0	5,04	4,03	4,83	7,25	14,95	1,50	100%	5,52	6,33	8,75
2039	4.428	100,0	5,13	4,10	4,92	7,38	14,95	1,50	100%	5,60	6,42	8,88
2040	4.507	100,0	5,22	4,17	5,01	7,51	14,95	1,50	100%	5,67	6,50	9,01
2041	4.588	100,0	5,31	4,25	5,10	7,65	14,95	1,50	100%	5,74	6,59	9,14
2042	4.670	100,0	5,41	4,32	5,19	7,78	14,95	1,50	100%	5,82	6,68	9,28
2043	4.754	100,0	5,50	4,40	5,28	7,92	14,95	1,50	100%	5,90	6,78	9,42
2044	4.839	100,0	5,60	4,48	5,38	8,06	14,95	1,50	100%	5,98	6,87	9,56
2045	4.926	100,0	5,70	4,56	5,47	8,21	14,95	1,50	100%	6,06	6,97	9,70
2046	5.014	100,0	5,80	4,64	5,57	8,36	14,95	1,50	100%	6,14	7,07	9,85
2047	5.103	100,0	5,91	4,73	5,67	8,51	14,95	1,50	100%	6,22	7,17	10,00
2048	5.195	100,0	6,01	4,81	5,77	8,66	14,95	1,50	100%	6,30	7,27	10,15
2049	5.288	100,0	6,12	4,90	5,88	8,81	14,95	1,50	100%	6,39	7,37	10,31
2050	5.382	100,0	6,23	4,98	5,98	8,97	14,95	1,50	100%	6,48	7,48	10,47

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.



O Cenário de Referência foi adotado para este Plano a fim de contribuir com alcance da melhoria da qualidade de vida da população e preservação/conservação do meio ambiente, sendo assim, buscou-se ao longo desse planejamento apresentar alternativas que permitam alcançar a prestação dos serviços públicos de saneamento básico em uma visão otimista, incluindo neste contexto o esgotamento sanitário do município de Esperantina – TO, principalmente no que diz respeito a zona rural.

4.3.4. Estimativa das necessidades do SES

➤ **Projeção das necessidades do SES da zona urbana**

A partir do quadro 16, realizou-se as projeções das necessidades de ampliação do SES da zona urbana, as quais utilizaram as seguintes informações como base de dados.

- Extensão de rede (ATS, 2015) – 35 km (Adotado para o ano de 2020)
- Ligações ativas de esgoto (Sannorte, 2020) – 1015

O quadro a seguir apresenta as demandas necessárias para atendimento da população de Esperantina - TO quanto ao esgotamento sanitário da zona urbana.



Quadro 19: Prognósticos das demandas necessárias para o sistema de esgotamento sanitário da zona urbana de Esperantina – TO.

ANO	LIGAÇÕES DE ESGOTO		REDE DE ESGOTO	
	Existente	Necessária	Existente	Necessária
	un	un	km	km
2020	1015	1.015	35,0	35,0
2021	1015	1.144	35,0	35,5
2022	1015	1.221	35,0	36,0
2023	1015	1.302	35,0	36,5
2024	1015	1.386	35,0	37,0
2025	1015	1.473	35,0	37,5
2026	1015	1.564	35,0	38,0
2027	1015	1.659	35,0	38,5
2028	1015	1.758	35,0	39,0
2029	1015	1.861	35,0	39,5
2030	1015	1.969	35,0	40,0
2031	1015	2.080	35,0	40,5
2032	1015	2.196	35,0	41,0
2033	1015	2.317	35,0	41,5
2034	1015	2.571	35,0	42,0
2035	1015	2.640	35,0	42,5
2036	1015	2.709	35,0	43,0
2037	1015	2.781	35,0	43,5
2038	1015	2.855	35,0	44,0
2039	1015	2.931	35,0	44,5
2040	1015	3.008	35,0	45,0
2041	1015	3.088	35,0	45,5
2042	1015	3.170	35,0	46,0
2043	1015	3.254	35,0	46,5
2044	1015	3.340	35,0	47,0
2045	1015	3.429	35,0	47,5
2046	1015	3.520	35,0	48,0
2047	1015	3.613	35,0	48,5
2048	1015	3.709	35,0	49,0
2049	1015	3.807	35,0	49,5
2050	1015	3.908	35,0	50,0

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

A fim de contribuir com o alcance da melhoria/eficiência do sistema de esgotamento sanitário, bem como o atendimento à população, buscou-se ao longo deste planejamento apresentar alternativas que permitam alcançar a prestação destes serviços em uma visão otimista, correspondendo ao Cenário de Referência apresentado nas projeções de demanda e consumo.

Por meio do quadro 19, definiu-se a extensão da rede de esgoto necessária ao longo dos anos considerando a relação entre a população e a quantidade de economias do ano de referência SNIS (2019) para universalizar o atendimento, bem como a relação do crescimento das ligações de esgoto ao longo dos 30 anos.

➤ Projeção das necessidades do SES do Povoado Vila Tocantins

Considerando que atualmente na zona rural de Esperantina apenas Povoado Vila Tocantins está com sistema de abastecimento de água coletivo em operação, estimou-se os volumes gerados de esgoto para esta localidade, uma vez que a distribuição das residências viabiliza a instalação de um sistema coletivo de esgoto.

As projeções das necessidades de instalação do SES do Povoado Vila Tocantins consideraram o nível de atendimento proposto para o município e demanda de esgoto pela população.

O quadro a seguir apresenta as demandas necessárias para atendimento da população do Povoado Vila Tocantins de Esperantina – TO.

Quadro 20: Prognósticos das demandas necessárias para o sistema de esgotamento sanitário da zona urbana de Esperantina – TO.

ANO	LIGAÇÕES DE ESGOTO		REDE DE ESGOTO	
	Existente	Necessária	Existente	Necessária
	un	un	m³	m³
2020	0	0	0	0
2021	0	0	0	0
2022	0	0	0	0
2023	0	0	0	0
2024	0	0	0	0
2025	0	0	0	0
2026	0	0	0	0
2027	0	0	0	0
2028	0	170	0	1517
2029	0	347	0	3089
2030	0	530	0	4717
2031	0	719	0	6402
2032	0	915	0	8146
2033	0	1.117	0	9950
2034	0	1.264	0	14950
2035	0	1.286	0	14950
2036	0	1.309	0	14950
2037	0	1.333	0	14950
2038	0	1.357	0	14950
2039	0	1.381	0	14950
2040	0	1.406	0	14950
2041	0	1.431	0	14950
2042	0	1.457	0	14950
2043	0	1.483	0	14950
2044	0	1.509	0	14950
2045	0	1.536	0	14950
2046	0	1.564	0	14950
2047	0	1.592	0	14950
2048	0	1.620	0	14950
2049	0	1.649	0	14950
2050	0	1.679	0	14950

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

As ligações e extensões de rede necessárias foram apresentadas em conformidade com o nível de atendimento previsto como meta para a zona rural, de tal forma que atende as diretrizes da Lei Federal nº 14,026/2020 na qual aprova que até o ano de 2033 o percentual de 90% da população esteja atendida com atendimento de esgoto. A partir do ano de 2035 ocorrerá o atendimento de 100% da população e o crescimento populacional anual com 14.950 metros de rede coletora de esgoto.

4.4. Previsão de estimativas de carga e concentração de DBO e Coliformes Fecais, para as alternativas (a) sem tratamento e (b) com tratamento dos esgotos (ref.: eficiência típica de remoção)

A contribuição de esgoto pode variar bastante não só de uma comunidade para outra, como também dentro de uma mesma comunidade em função de:

- Hábitos e condições socioeconômicas da população;
- Existência ou não de ligações clandestinas de águas pluviais na rede de esgoto;
- Construção, estado de conservação e manutenção das redes de esgotos, que implicam uma maior e menor infiltração;
- Clima;
- Custo de medição da água distribuída;
- Pressão e qualidade da água distribuída na rede de água; e
- Estado de conservação dos aparelhos sanitários e vazamentos de torneiras.

Essa variação na geração de esgoto, assim como no consumo de água, também pode ser observada dependendo da hora do dia, em dois picos principais: um no início da manhã, mais acentuado e outro no fim da noite (mais distribuído e nem sempre detectável), como pode-se observar no hidrograma apresentado na Figura 7 a seguir. Nesse sentido, correlacionando à geração de esgoto com os coeficientes de variação (estabelecidos pela NRB 9.649/1986) pode-se estimar as vazões máxima e mínima de esgoto.

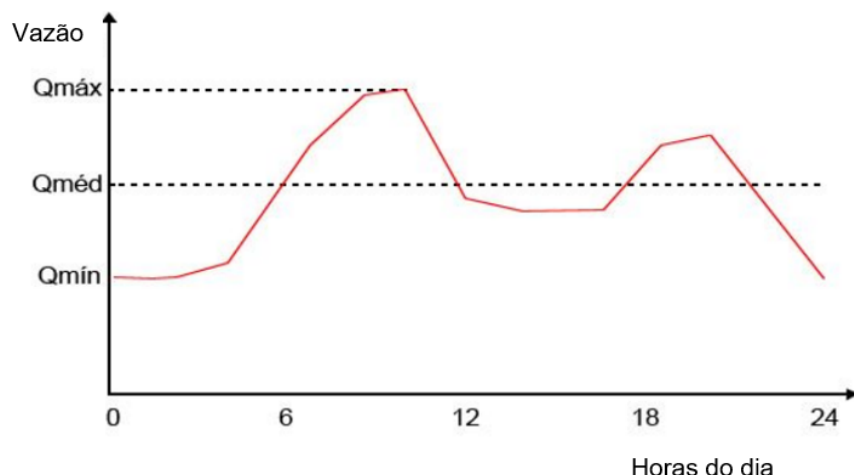


Figura 7: Hidrograma de vazão afluyente em uma ETE

Fonte: Von Sperling (2005)

Além das variações quantitativas, as características dos esgotos sanitários variam qualitativamente em função da composição da água de abastecimentos e dos diversos usos dessa água.

Segundo Nuvolari (2003) a Demanda Bioquímica de Oxigênio é a quantidade de oxigênio dissolvido necessária aos microrganismos na estabilização da matéria orgânica em decomposição sob condições aeróbicas. Ademais, de acordo com Von Sperling (1996), a carga per capita de DBO usualmente adotada é de 54 g/hab.dia, valor que será adotado para este PMSB.

Os despejos de efluentes predominantemente orgânicos são os maiores responsáveis pelo aumento de DBO em corpos hídricos, o que é característico dos esgotos sanitários. O alto valor de coliformes termotolerantes na matéria orgânica presente em corpo hídrico pode provocar o total esgotamento do oxigênio na água, o que consequentemente irá configurar a morte da fauna aquática (CETESB, 2009).

Junto a análise da DBO em corpos hídricos é importante a identificação e contagem dos microrganismos presentes no corpo d'água, tendo maior relevância aqueles que podem provocar doenças ao ser humano, como os microrganismos patogênicos, durante o tratamento de esgotos. Segundo Von Sperling (1996) os coliformes apresentam-se em grande quantidade nas fezes humanas onde cada indivíduo elimina em média de 10^9 a 10^{11} organismos por dia. Ainda segundo o autor supracitado os coliformes termotolerantes, fecais, são importantes indicadores de contaminação fecal.

A partir disso, é de enorme importância estimar a carga de DBO e Coliformes Fecais ao longo dos anos. No caso da carga orgânica, utilizou-se a relação população e carga per capita de DBO (VON SPERLING, 1996), enquanto que a estimativa de coliformes empregou a relação população e eliminação média de 10^9 organismos por habitante dia.

A Resolução Conama nº 430/2011, estabelece em seu Artigo 21, inciso I, alínea d, que a concentração máxima de DBO deverá ser inferior a 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

Utilizando-se das relações citadas, obtiveram-se as concentrações anuais de DBO afluente ao tratamento e efluente ao tratamento, bem como a estimativa da carga de coliformes, considerando as seguintes premissas:

- A ETE possuirá um controle operacional adequado de modo a garantir a máxima eficiência do sistema, adotado nesta estimativa como sendo 80% de remoção de DBO e 90% de coliformes;
- Para o caso de sistemas individuais adotou-se a remoção de 60% da DBO e 70% de eficiência de remoção de coliformes.

A previsão de carga orgânica diária e de coliformes para o município de Esperantina – TO foi estimada a partir da projeção populacional, ou seja, número de habitantes vezes o *per capita* de DBO ($0,054 \text{ kgO}_2/\text{hab.dia}$) e coliformes (10^9 organismos/hab.dia), respeitando as concentrações máximas da legislação vigente. Com estes dados, é possível realizar a projeção para todo o município segundo as alternativas com e sem tratamento, descritas no Quadro 21 a seguir.



Plano Municipal de Saneamento Básico de Esperantina – Volume II

Quadro 21: Estimativa de carga e concentração de DBO e Coliformes

Ano	População		DBO PER CAPITA (KgO2/hab.dia)	SEM TRATAMENTO								COM TRATAMENTO			
				Carga de DBO (Kg/dia)		Concentração de DBO (mgO2/l)		Carga de Coliformes Termotolerantes (org/dia)		Concentração de Coliformes Termotolerantes (org/100 ml)		Concentração de DBO (mgO2/l)		Concentração de Coliformes Termotolerantes (org/100 ml)	
	Urbana	Rural		Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
2020	5.994	5.145	0,054	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0	0	0	0
2021	6.152	5.232	0,054	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0	0	0	0
2022	6.315	5.319	0,054	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0	0	0	0
2023	6.483	5.408	0,054	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0	0	0	0
2024	6.655	5.497	0,054	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0	0	0	0
2025	6.831	5.588	0,054	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0	0	0	0
2026	7.012	5.680	0,054	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0	0	0	0
2027	7.198	5.774	0,054	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0	0	0	0
2028	7.389	5.868	0,054	399,0	316,9	46,3	374,4	7,4E+12	5,9E+12	9,9E+04	8,0E+05	5	150	115	9483
2029	7.584	5.964	0,054	409,6	322,1	45,2	182,1	7,6E+12	6,0E+12	9,7E+04	3,9E+05	5	73	107	2207
2030	7.786	6.061	0,054	420,4	327,3	44,1	117,7	7,8E+12	6,1E+12	9,5E+04	2,5E+05	4	47	99	907
2031	7.992	6.159	0,054	431,6	332,6	43,1	85,6	8,0E+12	6,2E+12	9,2E+04	1,8E+05	4	34	92	473
2032	8.204	6.259	0,054	443,0	338,0	42,1	66,5	8,2E+12	6,3E+12	9,0E+04	1,4E+05	4	27	86	281
2033	8.421	6.360	0,054	454,7	343,4	41,1	53,9	8,4E+12	6,4E+12	8,8E+04	1,2E+05	4	22	80	181
2034	8.644	6.462	0,054	466,8	348,9	38,2	31,8	8,6E+12	6,5E+12	8,2E+04	6,8E+04	4	13	67	62
2035	8.873	6.565	0,054	479,2	354,5	38,4	32,0	8,9E+12	6,6E+12	8,2E+04	6,9E+04	4	13	66	62
2036	9.109	6.669	0,054	491,9	360,1	38,6	32,2	9,1E+12	6,7E+12	8,3E+04	6,9E+04	4	13	65	62
2037	9.350	6.775	0,054	504,9	365,8	38,8	32,4	9,3E+12	6,8E+12	8,3E+04	7,0E+04	4	13	64	62
2038	9.598	6.882	0,054	518,3	371,6	39,0	32,7	9,6E+12	6,9E+12	8,4E+04	7,0E+04	4	13	63	62
2039	9.852	6.990	0,054	532,0	377,5	39,2	32,9	9,9E+12	7,0E+12	8,4E+04	7,1E+04	4	13	62	61
2040	10.113	7.099	0,054	546,1	383,4	39,4	33,1	1,0E+13	7,1E+12	8,4E+04	7,1E+04	4	13	61	61
2041	10.381	7.210	0,054	560,6	389,3	39,6	33,3	1,0E+13	7,2E+12	8,5E+04	7,1E+04	4	13	60	61
2042	10.656	7.322	0,054	575,4	395,4	39,8	33,6	1,1E+13	7,3E+12	8,5E+04	7,2E+04	4	13	59	61
2043	10.939	7.435	0,054	590,7	401,5	40,0	33,8	1,1E+13	7,4E+12	8,6E+04	7,2E+04	4	14	58	61
2044	11.229	7.549	0,054	606,4	407,6	40,2	34,0	1,1E+13	7,5E+12	8,6E+04	7,3E+04	4	14	57	61
2045	11.526	7.664	0,054	622,4	413,9	40,4	34,2	1,2E+13	7,7E+12	8,6E+04	7,3E+04	4	14	56	61
2046	11.832	7.781	0,054	638,9	420,2	40,5	34,4	1,2E+13	7,8E+12	8,7E+04	7,4E+04	4	14	55	60
2047	12.145	7.899	0,054	655,9	426,5	40,7	34,6	1,2E+13	7,9E+12	8,7E+04	7,4E+04	4	14	54	60
2048	12.467	8.018	0,054	673,2	433,0	40,9	34,8	1,2E+13	8,0E+12	8,8E+04	7,5E+04	4	14	53	60
2049	12.798	8.138	0,054	691,1	439,5	41,1	35,1	1,3E+13	8,1E+12	8,8E+04	7,5E+04	4	14	52	60
2050	13.137	8.260	0,054	709,4	446,0	41,3	35,3	1,3E+13	8,3E+12	8,9E+04	7,6E+04	4	14	52	60

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.



O tipo de tratamento a ser adotado deverá privilegiar as soluções que consigam eficiências de remoção de DBO e coliformes termotolerantes, de modo a atender a legislação vigente.

A Resolução Conama nº 430/2011 não estabelece condições e padrões específicos para efluentes de ETE para os valores de coliformes termotolerantes. Entretanto, a Resolução Conama nº 357/2005, institui os seguintes critérios, para as águas de Classe 2: limite máximo de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

Quanto maior a eficiência do tratamento, menores serão as alterações nas características limnológicas originais do corpo receptor e melhor será a capacidade de autodepuração do mesmo.

4.5. Definição de alternativas técnicas de engenharia para atendimento da demanda calculada

Destaca-se que o Plano Municipal de Saneamento Básico, em suas revisões, deve reavaliar as alternativas técnicas elencadas, uma vez que, com a implantação deste instrumento de gestão em elaboração, objetiva-se uma maior disponibilidade de dados, o que tornará possível a realização de uma avaliação mais minuciosa acerca da eficiência do sistema planejado e instalado até o momento de cada revisão.

A zona Urbana do município de Esperantina - TO, atualmente, dispõe de sistema de coleta e tratamento dos esgotos sanitários na zona urbana, que possui cobertura de 60% das ligações ativas de água (Sonne Engenharia, 2020), das quais 1.692 ligações ativas de água, 1.015 são ligações de rede de esgoto.

O sistema de esgotamento sanitário de Esperantina – TO é composto por Rede Coletora, Estação Elevatória e Estação de Tratamento de Esgoto adotando Lagoas de Estabilização como tratamento secundário. No entanto, todo o sistema de esgotamento sanitário encontra-se com problemas operacionais e estruturais.



Entendendo a necessidade de apontar alternativas técnicas para a regularização do sistema existente na zona urbana e implantar na zona rural alternativas individuais de esgotamento, propõem-se alternativas técnicas tanto para zona rural quanto para zona urbana a fim de sanar os problemas relacionados ao esgotamento sanitário, sendo essas:

- Zona Urbana - Estudo de Reforma do sistema de tratamento de esgoto instalado, minimizando os impactos ao meio ambiente e à saúde pública;
- Zona Rural – Implantação de soluções individualizadas de esgotamento sanitário, contemplando cada domicílio com a instalação de fossas sépticas, seguidas de disposição final adequada para o efluente e para o lodo, conforme NBR 13969/1997.

A maior parte das comunidades rurais apresentam imóveis de forma dispersa não viabilizando a implantação de redes coletoras de esgotamento, com exceção do Povoado Vila Tocantins, tendo, assim, como alternativa de engenharia a instalação de fossas sépticas que protegerá os solos e as águas subterrâneas de contaminação. A seguir serão descritas as alternativas enunciadas.

4.5.1. Descrição das alternativas propostas para a zona urbana

O principal problema detectado na rede coletora de esgoto são os extravasamentos de PVs e caixas de inspeção ao longo de toda a rede, o que acarreta em determinados pontos o escoamento de esgoto a céu aberto em diferentes pontos da cidade.

Os extravasamentos ocorrem devido o entupimento de parte dos PVs e das tubulações provocando a interrupção do fluxo de escoamento do esgoto, fazendo com que este extravase, existem situações relatadas pela população em que o esgoto retornou, ocasionando vazamento nas residências. Portanto é necessário o desentupimento da rede de esgoto de forma preventiva utilizando jato de água e limpa fossa, resultando na desobstrução da rede. Realizar tal ação apenas corretivamente não resolve o problema em definitivo, devendo ocorrer em intervalos semanais.

Caso o processo de manutenção periódica não esteja sendo eficiente, deve-se ocorrer a substituição dos ramais soterrados pelas obras públicas de pavimentação, bem como realizar a sondagem da tubulação para identificar pontos potenciais de vazamento de esgoto coletado.

No que diz respeito a estação elevatória, esta apresenta diversos problemas e alguns deles põe em risco a saúde da população. Para coibir a interrupção da operação da Estação Elevatória de Esgoto - EEE, é necessária a instalação de sistema de bombeamento reserva, para que esse seja acionado quando houver qualquer falha operacional no bombeamento. A infraestrutura da EEE está totalmente comprometida, desde as tubulações de chegada, acesso a área ao poço, sendo necessária a substituição da tampa, caixa de ligação da chegada do emissário final e manutenção dos portões, quadro de comando, cerca e área interna de onde está instalada a EEE.

Além dos problemas estruturais do poço da Estação Elevatória de Esgoto, foi identificado o extravasamento do PV de chegada da rede coletora do esgoto. Na área pode-se identificar o esgoto a céu aberto e indícios que tal vazamento é recorrente, uma vez, verifica-se a presença do esgoto na camada superficial do solo de propriedade vizinha, portanto é necessária a Elaboração do Plano de Recuperação de Área Degrada – PRAD e sua execução.

No que diz respeito a Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, o Sistema de Tratamento adotado são lagoas de estabilização e constata-se a partir das lagoas instaladas que o tratamento secundário seja formado por lagoa anaeróbica e facultativa, apresentando o seguinte arranjo.

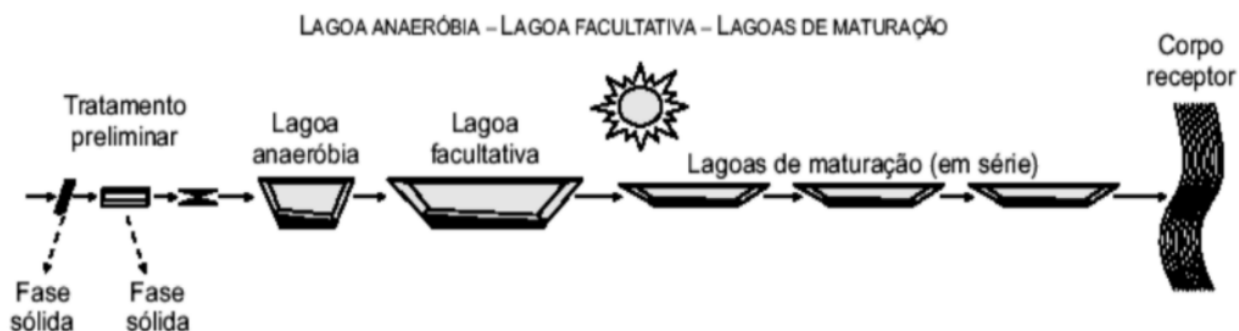


Figura 8: Croqui do Sistema de Tratamento de Esgoto do município de Esperantina – TO

Fonte: Adaptado de Von Sperling, 1996.

O quadro a seguir, apresenta a descrição do método de tratamento instalado na zona urbana de Esperantina - TO.

Quadro 22: Vantagens e desvantagens do tratamento secundário por lagoas de estabilização.

SISTEMA	DESCRIÇÃO
LAGOA FACULTATIVA	A DBO solúvel e finamente particulada é estabilizada aerobicamente por bactérias dispersas no meio líquido, ao passo que a DBO suspensa tende a sedimentar, sendo convertida anaerobicamente por bactérias no fundo da lagoa. O oxigênio requerido pelas bactérias aeróbias é fornecido pelas algas, através da fotossíntese;
LAGOA ANAERÓBIA	A DBO é em torno de 50 a 70% removida na lagoa anaeróbia (mais profunda e com menor volume), enquanto a DBO remanescente é removida na lagoa facultativa. O sistema ocupa uma área inferior ao de uma lagoa facultativa única;
LAGOA DE MATURAÇÃO	O objetivo principal da lagoa de maturação é a remoção de organismos patogênicos. As lagoas de maturação constituem um pós-tratamento de processos que objetivem a remoção da DBO, sendo usualmente projetadas como uma série de lagoas, ou como uma lagoa única com divisões por chicanas. A eficiência na remoção dos coliformes é elevadíssima;

Fonte: Adaptado de Von Sperling (1996).

Atualmente, o sistema de tratamento não funciona de forma adequada, estando em operação apenas duas lagoas de estabilização e o tratamento preliminar deteriorado, as demais lagoas (três) estão sem operar devido a inexistência de manta para impermeabilização e posterior recebimento dos efluentes advindos das lagoas em operação. Portanto é necessário instalar as mantas de impermeabilização e iniciar sua operação.

A seguir é apresentado quadro resumo constando as alternativas técnicas propostas para o SES da zona urbana.



Quadro 23: Quadro resumo com as alternativas técnicas de reforma do SES da zona urbana de Esperantina – TO.

Setor do Sistema de Esgotamento Sanitário	Principais problemas identificados	Impactos Ambientais	Melhorias a serem feitas	Prazo estimado
Rede Coletora	Extravasamentos de PVs e caixas de inspeção	Contaminação do solo e proliferação de vetores	➤ Manutenção com hidrojato e limpa fossa no intervalo aproximado de 7 dias	Início no ano de 2021
Estação Elevatória de Esgoto (EEE)	Extravasamento do PV e esgoto a céu aberto próximo a EEE	Contaminação do solo e proliferação de vetores	➤ Instalação de Bomba Reserva na EEE; ➤ Elaboração de PRAD para recuperação da Área Contaminada; ➤ Substituição e reforma do PV e Caixa de Ligação da chegada da elevatória.	2021 - 2022
	Falta de reparos no poço da EEE	Proliferação de vetores	➤ Substituição da tampa do Poço da EEE;	2021-2022
	Falta de roçagem e facilidade de acesso a área da EEE	Proliferação de vetores e riscos de vandalismo	➤ Roçagem e limpeza semanal da área; ➤ Substituição/reparo do portão de entrada e da cerca; ➤ Instalar placa de identificação.	
Estação de Tratamento de Esgoto (ETE)	3 (três) lagoas da ETE desativada por falta de impermeabilização	Ineficiência do tratamento proposto e riscos à saúde da população	➤ Realizar a impermeabilização das lagoas, garantindo eficiência do tratamento	2024
	Estrutura de gradeamento deteriorada	Ineficiência do tratamento proposto riscos à saúde da população	➤ Realizar manutenção e reparo na estrutura de gradeamento da ETE, bem como nas tubulações que interligam as lagoas	

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

4.5.2. Descrição das alternativas propostas para o Povoado Vila Tocantins

No que diz respeito a zona rural, o Povoado Vila Tocantins atualmente possui rede coletora de água em operação, permitindo a instalação de rede coleta de esgoto nesta localidade da zona rural. Atualmente nesta localidade há o uso frequente de fossas negras, não sendo realidade as fossas sépticas.

Entendendo a necessidade de soluções referentes ao esgotamento sanitário propõem-se alternativas técnicas para sanar os problemas relacionados ao esgotamento sanitário, sendo essas:

- Povoado Vila Tocantins - Estudo de concepção e instalação de sistema de tratamento de esgoto convencional, minimizando os impactos ao meio ambiente e à saúde pública, estimado para a vazão máxima diária de 7,48 l/s de esgoto para final de plano (2050) e 0,63 l/s para início de plano (2028).

A implantação de uma Estação de Tratamento de Esgoto requer análise criteriosa de diversos requisitos, sendo os principais a área, a viabilidade econômica e tempo de detenção hidráulica. Os principais sistemas de tratamentos utilizados são as Lagoas e Reatores Anaeróbios, por exemplo, UASB, devido a sua eficácia e eficiência no tratamento. O quadro 25 apresenta uma breve descrição desses tratamentos.

Quadro 24: Descrição dos principais sistemas de tratamento de esgoto.

SISTEMA	DESCRIÇÃO
LAGOA FACULTATIVA	A DBO solúvel e finamente particulada é estabilizada aerobicamente por bactérias dispersas no meio líquido, ao passo que a DBO suspensa tende a sedimentar, sendo convertida anaerobicamente por bactérias no fundo da lagoa. O oxigênio requerido pelas bactérias aeróbias é fornecido pelas algas, através da fotossíntese;
LAGOA ANAERÓBIA	A DBO é em torno de 50 a 70% removida na lagoa anaeróbia (mais profunda e com menor volume), enquanto a DBO remanescente é removida na lagoa facultativa. O sistema ocupa uma área inferior ao de uma lagoa facultativa única;
LAGOA DE MATURAÇÃO	O objetivo principal da lagoa de maturação é a remoção de organismos patogênicos. As lagoas de maturação constituem um pós-tratamento de processos que objetivem a remoção da DBO, sendo usualmente projetadas como uma série de lagoas, ou como uma lagoa única com divisões por chicanas. A eficiência na remoção dos coliformes é elevadíssima;
REATOR ANAERÓBIO (UASB)	A DBO é estabilizada anaerobicamente por bactérias dispersas no reator. O fluxo do líquido é ascendente. A parte superior do reator é dividida nas zonas de sedimentação e de coleta de gás. A zona de sedimentação permite a saída do efluente clarificado e o retorno dos sólidos (biomassa) ao sistema, aumentando a sua concentração no reator. Entre os gases formados inclui-se o metano. O sistema dispensa decantação primária. A produção de lodo é baixa, e o mesmo já sai estabilizado;
LODOS ATIVADOS	A concentração de biomassa no reator é bastante elevada, devido à recirculação dos sólidos (bactérias) sedimentados no fundo do decantador secundário. A biomassa permanece mais tempo no sistema do que o líquido, o que garante uma elevada eficiência na remoção da DBO. Há a necessidade da remoção de uma quantidade de lodo (bactérias) equivalente à que é produzida. Este lodo removido necessita uma estabilização na etapa de tratamento do lodo. O fornecimento de oxigênio é feito por aeradores mecânicos ou por ar difuso. A montante do reator há uma unidade de decantação primária, de forma a remover os sólidos sedimentáveis do esgoto bruto.

Fonte: Adaptado de Von Sperling (1996).

Como dito anteriormente, o sistema é proposto necessitando-se de uma avaliação, e essa ocorrerá por meio de um comparativo com as principais técnicas de tratamento elencadas no quadro 25. Apresenta-se no quadro 26 e 27 dados que auxiliaram nesta comparação.

Quadro 25: Características típicas dos principais sistemas de tratamento de esgoto.

Sistema de tratamento	Eficiência na remoção (%)				Requisitos		Custo de implantação (R\$/hab.)	Tempo de detenção hidráulico total (dias)
	DBO	N	P	Coliformes	Área (m²/hab.)	Potência (W/hab.)		
Lagoa facultativa	70-85	30- 50	20-60	60-99	2-5	0	32-96	15-30
Lagoa anaeróbia	70-90	30- 50	20-60	60-99,9	1,5-3,5	0	32-80	12-24
Lagoa aerada	70-90	30- 50	20-60	60-96	0,25-0,5	1-1,7	32-80	5-10
Reator anaeróbio (UASB)	60-80	10-25	10-20	60-90	0,05-0,10	0	64-128	0,3-0,5
Lodos ativados convencionais	85-93	30-40	30-45	60-90	0,2-0,3	1,5-3,8	60-120	0,4-0,6

Fonte: Adaptado de Von Sperling (1996).

No quadro 27 são analisadas as principais vantagens e desvantagens desses sistemas de tratamento, onde a eficiência e viabilidade econômica, considerando o território de Esperantina - TO e suas peculiaridades estão sendo correlacionadas. Esta comparação é de suma importância para iniciar o planejamento da implantação da alternativa de tratamento de esgoto sanitário.

Quadro 26: Análise comparativa dos principais sistemas de tratamento de esgotos. Balanço de vantagens e desvantagens.

Sistema	Vantagens	Desvantagens
Lagoa facultativa	• Eficiência na remoção de DBO e patogênicos; • Construção, operação e manutenção simples; • Reduzidos custos de implantação e operação; • Ausência de equipamentos mecânicos • Requisitos energéticos praticamente nulos; • Satisfatória resistência a variações de carga; • Remoção de lodo necessário apenas após períodos superiores há 30 anos.	• Elevados requisitos de área; • A simplicidade operacional pode trazer o descaso da manutenção (crescimento de vegetação). • Desempenho variável com as condições climáticas (temperatura e insolação).
Lagoa anaeróbia	• Idem lagoas facultativas • Requisitos de área inferiores aos das lagoas facultativas únicas	• Necessidade de remoção contínua ou periódica (intervalo de alguns anos) do lodo; • Possibilidade de maus odores na lagoa anaeróbica; • Eventual necessidade de elevatórias de recirculação do efluente, para controle de maus odores; • Necessidade de um afastamento razoável às residências circunvizinhas
Lagoa aerada	• Idem à lagoa precedente • Razoável eficiência na remoção de nutrientes	



Sistema	Vantagens	Desvantagens
Reator anaeróbio (UASB)	• Baixos requisitos de área; • Baixos custos de implantação e operação; • Estabilização do lodo no próprio reator; • Necessidade apenas da secagem e disposição final do lodo; • Satisfatória eficiência na remoção de DBO; • Reduzido consumo de energia; • Não necessita de meio suporte; • Construção, operação e manutenção simples; • Baixíssima produção de lodo; • Rápido reinício após períodos de paralisação; •	• Remoção de N e P insatisfatória; • Possibilidade de maus odores (embora possam ser controlados); • Relativamente sensível a variações de carga; • Alto custo de implantação. • A partida do processo é geralmente lenta • Usualmente necessita pós-tratamento
Lodos ativados convencionais	• Elevada eficiência na remoção de DBO; • Possibilidade de remoção biológica de N e P; • Baixos requisitos de área; • Processo confiável, desde que supervisionado; • Reduzidas possibilidades de maus odores, insetos e vermes; • Flexibilidade operacional.	• Elevados custos de implantação e operação; • Elevado consumo de energia; • Necessidade de operação sofisticada; • Elevado índice de mecanização; • Relativamente sensível a descargas tóxicas; • Necessidade do tratamento completo do lodo e da sua disposição final • Possíveis problemas ambientais com ruídos e aerossóis.

Fonte: Adaptado de Von Sperling (1996).

O quadro 27 permite analisar que ambas as técnicas são eficientes e possuem vantagens e desvantagens. No entanto, ao considerar o aspecto locacional das unidades tem-se uma situação problema para os tratamentos de lagoas devido ao alto requisito de área para a implantação, apesar de o relevo de Esperantina - TO apresentar características mais planas ser um fator positivo, pois os custos para implantação diminuem e existem mais áreas potenciais para tal implantação.

Diferentes das lagoas, os tratamentos por reator anaeróbico UASB e lodos ativados têm menor requisito de área, compatibilizando com a realidade da zona urbana.

Todavia o custo de implantação do reator UASB é mais elevado que o de lagoas, enquanto o primeiro tem um custo entorno de 64 a 128 reais, o de lagoas é de cerca de 32 a 85 reais, esta diferença corresponde a aproximadamente 32% entre os sistemas. Mas, como dito anteriormente, ao considerar os aspectos



locacionais de implantar um sistema de tratamento composto por lagoas se torna mais viável devido ao tamanho do município, tornando o reator UASB e os Lodos Ativados viáveis.

Quanto a instalação das alternativas técnicas de tratamentos o sistema operacional simplificado é uma prioridade na escolha da tecnologia de tratamento para que a prestadora dos serviços possa absorver a população local para lhe prestar o serviço, não necessitando de contratações de profissionais advindos de outras localidades. Diante do exposto nota-se que dentre os sistemas de tratamento mais adequados, aquele que melhor atende a indagação anterior é o reator anaeróbico (UASB).

Em ambos os tratamentos, Reator anaeróbico ou Lodos ativados convencionais, ocorrerá a preocupação com o custo relacionado ao tratamento do lodo, e sabendo disso necessita-se compará-los para ter um olhar geral sobre o custo dessas alternativas. Para o sistema de tratamento por lodos ativados convencionais tem-se 1,1 a 1,5 m³ de lodo por habitante ao ano, enquanto que o reator anaeróbico produzirá 0,07 a 0,1 m³ de lodo por habitante ao ano. Em números tem-se para final de plano, ano de 2050, considerando apenas a população do povoado e o valor máximo de lodo produzido nas técnicas, 8.073 m³ nos lodos ativados e 538,2 m³ no reator anaeróbico. Os valores apresentados anteriormente promoverão uma reflexão, já que a destinação do lodo é uma problemática e quanto maior o volume produzido maior a sobrecarga sobre a disposição adequada do lodo.

A partir das considerações expostas propõe-se como sistema de tratamento para a ETE a ser instalada a alternativa composta por reator anaeróbico (UASB), a ser representado pelo projeto básico que será elaborado, por esta tecnologia estar propensa à implantação, atendendo aos critérios de localização referente à disponibilidade de área, condições de acesso à área e disponibilidade de energia elétrica.



Quadro 27: Alternativas técnicas previstas para atender a demanda atual e futura do Sistema de Esgotamento Sanitário do Povoado Vila Tocantins.

Setor do Sistema de Esgotamento Sanitário	Infraestrutura	Prazo estimado
Projeto Estação de Tratamento de Esgoto	Estudo de concepção, projeto e implantação de Estação de Tratamento de Esgoto composto pelos requisitos mínimos de uma ETE	2023
Projeto Rede Coletora de Esgoto	Estudo de concepção, projeto e implantação de sistema de coleta de esgotos sanitários para atendimento da área urbana	2023
Estação de Tratamento de Esgoto (ETE)	50% da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE);	2025
	100% da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE);	2027
Emissário Final	100% do Emissário Final;	2027
Rede Coletora	Estudo, projeto e concepção da rede coletora de esgoto.	Gradativamente durante o horizonte temporal de atendimento proposto neste PMSB

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

4.5.3. Descrição do sistema proposto para o tratamento individualizado da zona rural

A implantação de um sistema de coleta e tratamento coletivo de efluente para a zona rural se torna inviável devido ao custo de implantação do sistema, à pouca infraestrutura existente nos povoados, à dispersão dos imóveis e à necessidade de operação diária dos sistemas a serem instalados.

Para a zona rural com localidades de domicílios esparsos ou que inviabilizem financeiramente a implantação de uma ETE, a melhor alternativa é a instalação de fossas que protegerão os solos e as águas superficiais e subterrâneas de contaminação e que esteja de acordo com as normas. A zona rural do município de Esperantina – TO possui características locais que influenciam a definição do tipo adequado de fossa a ser implantado, estando esta forma de tratamento em função da disponibilidade hídrica.

- **Localidades com reduzido acesso a água**

Quanto às localidades rurais que possuem acesso reduzido a água, considera-se como alternativa o uso de fossa que independe da água para o seu regular funcionamento, denominada fossa seca, onde essa deve ser construída para armazenar materiais sólidos e pastosos, por exemplo, materiais orgânicos e resíduo de vaso sanitário. A sua construção requer o cumprimento das normatizações e recomendações estabelecidas em manuais, a exemplo, do Guia Profissional Projeto e Construção de Sistema de Esgotamento Sanitário disponibilizado pela ReCESA em 2008 e Manual de Orientações Técnicas para Programas de Melhorias Sanitárias Domiciliares elaborado pela Funasa no ano de 2013, considerando todos os parâmetros e aspectos construtivos.

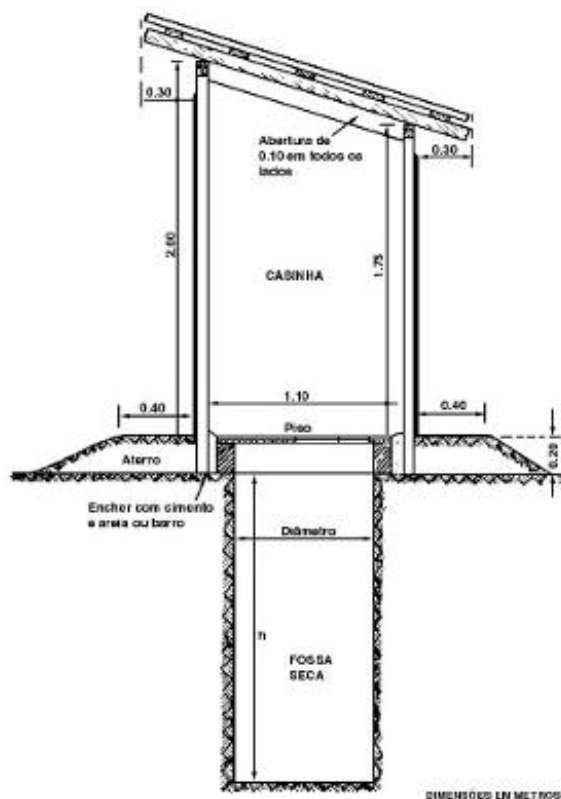


Figura 9: Modelo de Fossa Seca.
Fonte: CEHOP.

A solução complementar abrange os resíduos úmidos e molhados que também são gerados, sendo eles em sua maioria provenientes de pias, tanques e chuveiros, ricos em sabões, detergentes, restos de alimentos e gorduras, denominados de maneira geral como água cinza, a tecnologia dos Jardins Filtrantes. Esta tecnologia desenvolvida pela Embrapa consiste na formação de um lago com pedras, areia e plantas aquáticas onde o esgoto é tratado. Sua manutenção é simples, contribui com a sustentabilidade do meio ambiente e ainda traz harmonia paisagística.



Figura 10: Jardim Filtrante.
Fonte: Embrapa, 2013.

- **Localidades com acesso regular a água**

O tipo de fossa mais comum é a fossa séptica seguida de sumidouro ou de vala de filtração e sumidouro a depender da profundidade do lençol freático. Tal opção torna viável sua implantação nas comunidades rurais que possuem acesso regular a água, mantendo assim o funcionamento adequado do sistema, sendo

recomendado para domicílios da zona rural esparsos que fazem parte de outras localidades e se beneficiam com o acesso a água em todos os períodos do ano.

Quanto às fossas sépticas citadas anteriormente, recomenda-se para as comunidades rurais já elencadas o uso da fossa séptica com sumidouro ou, também, a fossa séptica biodigestora (Embrapa, 2002), onde diferem-se apenas pelo uso final do efluente tratado por parte do proprietário.

No caso das fossas sépticas com sumidouro, o efluente tratado infiltra no solo e contribui para a recarga do lençol freático, enquanto que o efluente da fossa biodigestora é reutilizado como adubo orgânico na forma de biofertilizante. O uso da fossa como biodigestor para fins agrícolas é construído conforme os padrões da Embrapa, tendo sido esse método aplicado em diversos aglomerados rurais com bastante aceitabilidade pela facilidade na implantação e manutenção.



Figura 11: Método Embrapa de construção de fossas sépticas digestoras. Embrapa, 2002.

Aquela composta por sumidouro com função de permitir a infiltração da parte líquida dos esgotos no solo deve ter paredes do sumidouro vazadas e o fundo permeável. O tamanho do sumidouro vai depender do número de pessoas que utilizam o sistema e da capacidade de infiltração do terreno.

Nos casos em que o lençol d'água esteja próximo da superfície do solo, é recomendável adotar as valas de filtração e sumidouro. Este processo diminui o risco de contaminação do lençol d'água (freático).



As fossas sépticas em geral são unidades de tratamento primário nos esgotos domésticos, nas quais são feitas a separação e transformação de matéria sólida contida no esgoto. Nessas fossas, os esgotos sofrem a ação das bactérias, biodigestão, e, durante o processo, a parte sólida (lodo) é depositada no fundo da fossa, enquanto que na superfície forma-se uma camada de espuma, constituída de substâncias insolúveis mais leves. A fase líquida segue para o sumidouro ou valas de filtração a depender da profundidade do lençol freático.

A localização das fossas sépticas e sumidouros deve atender ao afastamento mínimo de 15 metros de poços de abastecimento de água e de corpos de água de qualquer natureza.

A fossa deve ter volume que permita a lenta passagem dos líquidos e a acumulação do volume de lodo dimensionada conforme a NBR 7229/1993. As fossas sépticas deverão ser construídas em concreto, alvenaria ou outro material e a distância mínima de 1,5 m do nível máximo do aquífero, atentando-se as condições de segurança, durabilidade e resistência. Salienta-se que em algumas residências também é necessária a construção de banheiro.

A fossa séptica, se bem projetada e instalada, terá um potencial de remoção de coliformes entre 50% a 70%, bem como de gorduras e graxas de 70% a 85% e sólidos suspensos entre 50% a 80%. As soluções individuais podem, também, reduzir de 49% a 60% da DBO.

4.6. Comparação das alternativas de tratamento local ou centralizado de esgotos

Considerando a divisão da zona urbana em bacias de escoamento natural, de acordo com a topografia da cidade, o tratamento centralizado se configura na implantação de apenas uma ETE – Estação de Tratamento de Esgotos, sendo que os esgotos coletados nas diferentes bacias de contribuição (dentro da zona urbana) seriam transferidos para a bacia da ETE por meio de bombeamento a partir de estações elevatórias ou por gravidade, implicando em apenas um ponto de disposição final. Já para a alternativa de tratamento local, os esgotos seriam coletados em cada bacia de contribuição, sendo que, possivelmente, existiria mais de uma ETE, implicando em mais pontos de disposição, conforme figura 12.

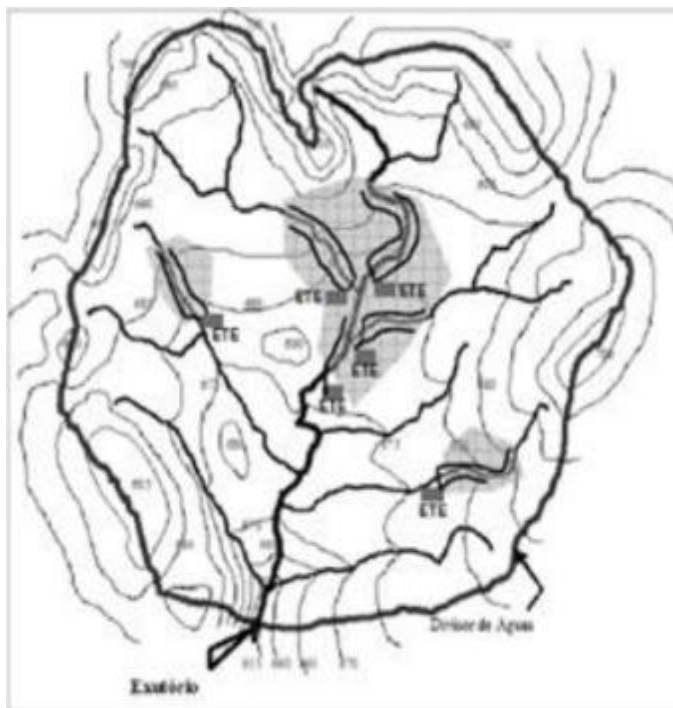


Figura 12: Representação de um sistema descentralizado.
Fonte: PLANSAB.



Atualmente, Esperantina - TO possui duas alternativas técnicas viáveis para solucionar o problema referente ao esgotamento sanitário nas áreas urbana e rural, representadas respectivamente pela manutenção e reparos dos problemas existentes na ETE (Alternativa Centralizada) da zona urbana, instalação de ETE (Alternativa Centralizada) no Povoado Vila Tocantins e concepção das fossas sépticas (Alternativa Descentralizada).

Em virtude das características físicas, geográfica do município e de sua viabilidade econômica, ambiental e técnica deve-se optar no perímetro urbano por uma alternativa de tratamento planejada de forma centralizada, ou seja, cujo projeto de sistema de tratamento contemple apenas uma única Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), diferente do sistema descentralizado já apresentado pela figura 12. Nesta situação deverá ser instalado o sistema de coleta, transporte e tratamento dos esgotos sanitários dentro da bacia hidrográfica do município e em etapas, de forma a viabilizar a instalação do sistema.

No entanto, é notório que a alternativa centralizada é inviável para zona rural por apresentar em seu território população esparsa, não viabilizando direcionar todo o esgoto gerado pelos domicílios a um mesmo ponto por meio de rede coletora, sendo assim propõe-se a implantação do modelo de gestão descentralizado. O tratamento do esgoto na área urbana de Esperantina - TO é realizado dentro da bacia hidrográfica do Tocantins-Araguaia, a escolha de seu sistema centralizado ocorreu por ser mais viável tecnicamente e economicamente.

4.7. Previsão de eventos de emergência e contingência

Quadro 28: Ações de contingência e emergência no sistema de esgotamento sanitário.

Ocorrência	Possíveis Causas	Ações de Prevenção	Ações de Emergência e Contingência
Contaminação química dos compartimentos solo e água	Lançamentos de produtos químicos Irresponsabilidade ou acidentes nas indústrias da região;	Fiscalização dos pontos de lançamento do efluente das indústrias locais. Realizar programa de controle de lançamentos não autorizados na rede de esgoto;	Detectar o local e o tipo de produto lançado na rede, tomando medidas para que o problema não prejudique o tratamento;
Formação de gases	Decomposição anaeróbia da matéria orgânica devido à sedimentação de sólidos no interior da rede coletora;	Promover limpeza nos poços de visita para evitar a sedimentação de matéria orgânica;	Comunicar a prestadora dos serviços;
Problemas nos equipamentos	Erro de operação Erro na manutenção e instalação dos conjuntos motor-bomba; Falta de limpeza e manutenção das estações elevatórias;	Obter equipamento reserva para substituição e automação; Inspeção periódica para verificar o funcionamento do equipamento reserva, do sistema de automação e das instalações da estação elevatória.	Comunicar a prestadora dos serviços; Consertar ou substituir equipamento danificado; Revisar procedimentos de manutenção e operação.
Rompimento de tubulações	Aumento da pressão na rede; Interrupção do fluxo de esgoto devido à disposição de corpos estranhos na rede sanitária; Instalação inadequada da rede (procedimento e/ou profundidade).	Verificação contínua das condições de operação das redes; Manutenção e controle das tubulações; Fiscalizar instalação das redes para cumprimento da profundidade mínima.	Parada de operação das estações elevatórias; Isolar e sinalizar a área a ser reparada; Comunicar a autoridade de trânsito sobre interdição da via; Troca das tubulações danificadas;
Falta de energia	Queda de postes de energia; Cortes no fornecimento de energia.	Manter um sistema alternativo de geração de energia; Inspeção periódica para verificar se o sistema de energia alternativo está em condições de operação.	Comunicar a operadora responsável pelo fornecimento de energia; Acionar o gerador; Instalar tanque de amortecimento do esgoto extravasado a fim de evitar a poluição do solo e água.
Retorno de esgoto nos imóveis	Acúmulo de resíduo sólido nas tubulações; Falta de caixas de gordura;	Fiscalização e conscientização da população em relação ao bom uso da rede de esgotamento sanitário.	Mobilizar equipe, ferramentas e veículos para fazer o desentupimento das tubulações;
	Ligações de águas pluviais à rede de esgoto; Irresponsabilidade ou desconhecimento dos usuários quanto às normas.	Fiscalização da ligação nas novas moradias e na rede com a detecção de ligações clandestinas; Instalação de válvulas de retenção para evitar refluxo.	Desligamento das ligações clandestinas detectadas associadas a ações como multas.
Sabotagem	Sabotagem e danificação das partes constituintes da ETE;	Instalação de dispositivos de segurança e monitoramento 24 horas contra violação;	Acionamento da polícia caso os dispositivos de segurança acusem arrombamento; Manutenção ou troca das partes danificadas.
Assoreamento das redes	Entrada de areia nas juntas e nos poços de visita;	Limpeza e inspeção frequentes das redes coletoras e dos poços de visita;	Limpar os poços de visita e as redes coletoras;
Extravasamento das fossas sépticas e sumidouros	Falta de manutenção; Colmatação dos orifícios que dispersam o líquido ocasionando o seu acúmulo; Ações de vandalismo; Subdimensionamento.	Realizar vistoria mensal do nível da fossa séptica pelo usuário; Realizar a remoção periódica dos resíduos; Fiscalizar os resíduos que estão sendo direcionados a fossa, evitando resíduos sólidos que não seja biodegradáveis; Fiscalizar o dimensionamento adequado das fossas sépticas	Providenciar o caminhão limpa fossa; Isolar a área; Aplicar sanções aos infratores e cobrar a adequação da fossa em caso de reincidência; Remover possíveis pontos de disseminação de contaminação.

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

5. INFRAESTRUTURA DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

5.1. Índice de Atendimento do Serviço de Manejo de águas pluviais

Atualmente a zona urbana é atendida parcialmente com os serviços de manejo de águas pluviais, tendo apenas algumas canaletas e bocas de lobo pontuais, as quais não são completamente interligadas. Quanto à taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana do município, o SNIS (2018) aponta que no ano de 2018 a cobertura era de 61,3%.

5.2. Cenário de Referência para o Sistema de Manejo de Águas Pluviais

Como forma de apresentação do Cenário de Referência para o sistema de manejo de águas pluviais, o quadro a seguir expõe uma síntese como base para o estudo de prognóstico das demandas dos serviços, conforme fatores críticos já identificados.

Quadro 29: Cenário de Referência referente à drenagem e manejo de águas pluviais

Fatores críticos	Cenário de Referência
Crescimento Demográfico	O sistema de drenagem estará à frente do crescimento populacional atendendo ao horizonte de planejamento
Expansão da área urbana	Ordenada
Cobertura de Drenagem	Atenderá 100% dos bairros necessitados com micro e macrodrenagem
Área de preservação permanente	Recuperação e ações de controle e fiscalização das APP e dos fundos de vale
Educação Ambiental	Realização de ações periódicas em locais públicos
Nível de contentamento da população	Satisfatório
Qualidade de Drenagem de Águas Pluviais	Excelente
Marco Regulatório	Implantar mecanismo de regulação, alcançando a estabilidade, aprimoramento e fortalecimento dos instrumentos jurídicos para regulação e fiscalização dos serviços
Participação e controle social	Fortalecimento da participação social a partir de órgãos colegiados
Número de áreas de riscos	Diminuição do número de áreas susceptíveis a risco
Permeabilidade do solo	Adoção de alternativas que minimizem o escoamento superficial ao longo de toda zona urbana;

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

➤ **Síntese dos principais aspectos abordados na construção do Cenário de Referência para o sistema de manejo de águas pluviais**

No Cenário de Referência a ampliação do sistema de drenagem atenderá a expansão territorial provocada pelo incremento populacional previsto no horizonte de planejamento de 30 anos. Sendo assim, este sistema estará à frente do crescimento populacional de forma a atender 100% dos bairros necessitados com micro e macrodrenagem, resultando na satisfação da população.

Por meio da criação do Plano Diretor e seu cumprimento de modo a não ocorrer a ocupação de áreas de riscos e a redução dos vazios urbanos, a expansão territorial da área urbana de Esperantina – TO acontecerá de forma ordenada.

Visando a solução e prevenção dos problemas no sistema de drenagem, este deverá ser planejado de forma específica para que a área urbana possa ser analisada em sua totalidade. Por conseguinte, ocorrerá a manutenção preventiva, a limpeza regular, a adequação das estruturas inadequadas, evitando ou minimizando os novos pontos de alagamento, e a implantação do Programa de Manutenção Preventiva do sistema garantirá a sua eficiência.

A qualidade das águas pluviais que chegarão ao sistema de drenagem será monitorada e as influências negativas dos lançamentos clandestinos/irregulares de esgoto e de resíduos sólidos nos componentes do sistema de drenagem urbana serão minimizadas pelo combate efetivo e limpezas regulares.

A implantação do sistema de drenagem na zona urbana diminuirá de forma efetiva as suas áreas de risco, o que associado a adoção de mecanismos, neste caso, instrumentos legais, e adoção de práticas construtivas que permitam o reaproveitamento, retenção e infiltração das águas pluviais, otimizará e reduzirá a carga do sistema de drenagem urbana permitindo com que as situações de risco se tornem menos frequentes ou até mesmo inexistam.

Ao tratar-se de soluções alternativas de drenagem terá por este cenário o incentivo a criações de calçadas ecológicas e construção de canaleta em toda extensão da zona urbana, como forma de auxiliar o escoamento da água.



Acerca do planejamento estratégico dos pontos críticos e da instalação de equipamentos públicos de limpeza urbana pretende-se obter ao longo do tempo a sensibilização da população e minimização da obstrução dos sistemas de drenagem por resíduos sólidos. Desse modo, o atual cenário prevê a realização de ações de educação ambiental periódicas em locais de grande ocupação populacional, visando o descarte adequado dos resíduos sólidos e a orientação sobre as consequências ao meio ambiente e o risco de obras civis em áreas irregulares.

A área de preservação permanente, caracterizada pela mata ripária ao longo dos corpos hídricos deste município, receberá o auxílio de ações de fiscalização e recuperação, visando controlar os problemas de erosão e o assoreamento.

De forma a promover a execução adequada das ações para o pleno desenvolvimento do sistema de drenagem, buscam-se fortalecer a participação social dos órgãos colegiados, estes responsáveis por participar dos processos decisórios e fazer a fiscalização dos serviços com base nos marcos regulatórios, que são os instrumentos jurídicos que serão elaborados, aprimorados e aperfeiçoados para a regulação dos mesmos.

5.3. Identificação de diretrizes/medidas de controle para reduzir o assoreamento de cursos d'água e de bacias de retenção

O processo de assoreamento consiste no processo em que cursos d'água são afetados pelo acúmulo de sedimentos, o que resulta no excesso de material sobre o seu leito. Dessa forma, o controle do assoreamento no município de Esperantina – TO deverá levar em consideração as seguintes ações:

- Adotar projetos sustentáveis de preservação das áreas de vegetação estimulando projetos de residências e equipamentos urbanos a maximizarem as áreas vegetadas, diminuindo o coeficiente de impermeabilização, contribuindo para a infiltração da água no solo e a redução do escoamento superficial;
- Cadastrar moradias e moradores estabelecidos em áreas classificadas como de risco e analisar a necessidade de reassentamento das famílias;



- Promover projetos utilizando pavimentos permeáveis, por exemplo, bloquetes;
- Estimular e capacitar a comunidade para a adoção de práticas de aproveitamento de água da chuva, na comunidade e em órgãos da administração pública;
- Recuperar as áreas de preservação permanente às margens dos cursos d'água;
- Promover ações de educação ambiental do tema: Importância do manejo adequado das águas pluviais;
- Implantar sistema de microdrenagem a fim de minimizar os caminhos preferenciais desenvolvidos por processos erosivos;

5.4. Identificação de diretrizes/medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos nos corpos d'água

A fim de auxiliar o controle de resíduos, recomenda-se as seguintes ações:

- Instalar dispositivos de retenção de resíduos nas bocas de lobo para facilitar a limpeza;
- Fiscalizar as instituições competentes e aplicar multas em caso de descarte inadequado de resíduos domiciliares, industriais de construção civil e outros;
- Fomentar o uso de lixeiras de calçadas elevadas, evitando a segregação informal dos resíduos na rua, impedindo o espalhamento dos mesmos;
- Instalar coletores públicos em locais estratégicos, como locais que possuem grande aglomeração de pessoas;
- Realizar ações de educação ambiental sobre a importância do manejo adequado dos resíduos e os impactos no sistema de drenagem.

Além disso, devem ser colocadas sinalizações sobre a proibição de se jogar resíduos próximos aos pontos de descarte inadequados, preferencialmente, contendo telefones para denúncias.



Outra ação visando reduzir o lançamento de resíduos sólidos nos corpos d'água, refere-se à regularidade e integralidade dos serviços de limpeza urbana (coleta e transporte dos resíduos, varrição, capina, roçada, etc) de forma a não contribuir na redução da eficiência do sistema de drenagem urbana por entupimento e assoreamento.

Combinados, com os serviços supracitados, deve ser realizada a limpeza e manutenção das infraestruturas que compõem o sistema de drenagem urbana e manejo de resíduos sólidos. Recomenda-se que a frequência seja de no mínimo 15 dias, sendo que algumas ações, também, necessárias, dentre as quais destacam-se:

- Inspeção periódica dos dispositivos em operação;
- Limpeza dos dispositivos de drenagem antecedente ao período chuvoso;
- Limpeza periódica das sarjetas das vias;
- Multa e desligamento de ligações clandestinas de esgoto nas galerias de águas pluviais;
- Incentivo ao reflorestamento das matas ciliares às margens dos cursos d'água;
- Instalar estruturas de retenção de resíduos sólidos nos equipamentos de drenagem, evitando, assim, a transferência para o interior da rede;
- Realizar fiscalização contínua pelos órgãos competentes e até mesmo a aplicação de multas para aqueles que fizerem descarte inadequado de resíduos domiciliares, construção civil e outros.



5.5. Identificação de diretrizes/medidas para o controle de escoamentos na fonte

As medidas para o controle dos escoamentos na fonte têm a intenção de promover a retenção e a redução do escoamento pluvial. Enquanto os sistemas tradicionais visam o escoamento rápido das águas pluviais, ou seja, tratar o problema, as medidas para controle na fonte têm a pretensão de reduzir e retardar o escoamento, de maneira preventiva.

As principais medidas para controle do escoamento na fonte propostas para o município de Esperantina – TO, são:

- Conservação de áreas verdes;
- Controle da produção do escoamento através da construção de valas e valetas de retenção;
- Controle da produção do escoamento através do incentivo à construção de reservatórios para armazenar água pluvial e telhados armazenadores por domicílios, prédios públicos e lava jatos;
- Implantação de canais desaguadouros nas estradas da zona rural.

A implantação de dispositivos, sejam valas, bacias de infiltração ou percolação, é capaz de aumentar a área de infiltração ou armazenar temporariamente a água em reservatórios locais. A vantagem deste tipo de obra é sua própria concepção que contribui com a limitação de águas a jusante, aliviando a pressão nas redes de drenagem e consequentemente nos meios receptores naturais que sofrem com alterações físicas pelo recebimento deste esgotamento pluvial urbano.

O armazenamento objetiva amortecer e retardar o escoamento até o ponto de captação da rede pluvial existente, enquanto que a infiltração e percolação retiram a água do sistema pluvial objetivando a absorção da mesma pelo solo. Propõe-se ao município:

- Criar calçadas ecológicas, incluir a construção de canaleta;
- Estabelecer mecanismos para o reaproveitamento, retenção e infiltração das águas pluviais otimizando e reduzindo a carga do sistema de drenagem urbana.



A construção de calçadas ecológicas (calçadas com faixa ajardinada, ou seja, permeável) e de pisos drenantes e/ou intertravados nos empreendimentos públicos e privados e nos lotes residenciais é uma ação que permite a infiltração das águas no solo, de tal modo a minimizar o volume de água no escoamento superficial. A Prefeitura Municipal de Esperantina – TO deve considerar a hipótese de incentivar e até submeter aos novos empreendimentos a adotarem tais tipologias de calçamento.

A população de Esperantina – TO deve ser conscientizada sobre os impactos que a impermeabilização pode causar a uma determinada região, sendo assim, necessária a realização de ações de cunho ambiental, como educação ambiental.

A educação, sensibilização e o envolvimento da comunidade são fundamentais para que esta diretriz alcance o sucesso almejado, não somente pelo fato da impermeabilização como também pelo frequente descarte incorreto dos resíduos. Por isso, devem ser realizadas campanhas para sensibilizar e orientar a população sobre o descarte adequado dos resíduos sólidos e assim evitar prejuízos decorrentes da incorreta disposição de tais materiais para o sistema de drenagem urbana.

As edificações presentes no território municipal, em sua grande maioria, não possuem grandes áreas de cobertura, mas ao mesmo tempo não se identifica sistemas de captação de águas pluviais dimensionadas para retardar o descarte da água captada ou áreas permeáveis devidamente vegetadas nos recuos dos lotes.

Esta solução, devidamente adaptada às necessidades locais do Município de Esperantina – TO, poderia ser associadas à um sistema simples de filtro, podendo abastecer cisternas para armazenamento e realizar posterior uso como água de reúso, de acordo com a classificação da Resolução Conama nº 357/2005, nº 397/2008 e Resolução nº 54 do Conselho Nacional dos Recursos Hídricos – CNRH.

5.6. Identificação de diretrizes/medidas para o tratamento de fundos de vale

Fundos de Vale são áreas que apresentam menores altitudes, responsáveis por receber as águas de escoamento de toda a bacia no qual está inserida. O deslocamento da água em seus vales atua como agente geológico devido a sua capacidade de erosão, transporte e sedimentação.

Os fundos de vale presentes em Esperantina – TO sofrem principalmente com o carreamento de materiais e resíduos, resultando no acúmulo de materiais indesejados. A fim de recuperar o equilíbrio ambiental dos fundos de vale, elenca-se a seguir medidas de tratamento:

- Identificar os fundos de vale em situação crítica;
- Executar a recuperação da vegetação das áreas de fundo de vales com espécies nativas;
- Implantar medidas de recuperação de várzeas e a naturalização de cursos d'água;
- Aumento da quantidade de áreas verdes públicas na área urbana;
- Implantar sistema de microdrenagem que direcione apenas as águas pluviais, evitando o carreamento de resíduos;
- Tratamento das áreas verdes públicas localizadas em fundos de vale;
- Melhoria da qualidade da água, estabelecendo uma política permanente para despoluição gradual dos córregos;
- Busca da manutenção da morfologia natural do curso d'água;
- Incentivo à preservação de áreas permeáveis;
- Orientação da expansão urbana, visando à proteção dos cursos d'água;
- Planejar a gestão de recursos hídricos com o uso e ocupação ordenada do solo urbano;
- Programa de educação ambiental;
- Identificação de áreas de restrição de ocupação em fundos de vale, visando proteção do local e redução dos riscos causados por inundações;



Obras convencionais de galerias de águas pluviais e de canalização, que aceleram o escoamento, serão admitidas somente nos casos onde as soluções preferenciais se mostrarem inviáveis, quando for comprovado que os impactos gerados pela intervenção são de baixa magnitude estes serão mitigados.

Na área rural, é de suma importância o respeito às leis federais (Código Florestal) que estabelecem as faixas mínimas de preservação da mata ciliar nas ditas Áreas de Proteção Permanente ao longo dos corpos d'água e nascentes.

Na área urbana, esta diretriz, de APPs urbanas, pode ser de difícil aplicação em alguns casos, nos quais houve consolidação de edificações ao longo destas faixas originalmente de preservação.

5.7. Análise da necessidade de complementação do sistema com estruturas de micro e macrodrenagem

O município de Esperantina – TO possui apenas alguns dispositivos de drenagem instalados na zona urbana de forma pontual em áreas críticas. Na área urbana é possível identificar algumas vias e estradas que sofrem com processos erosivos no caso de vias não pavimentadas e deterioração no caso de vias pavimentadas, devido a inexistência da drenagem nesses pontos, danificando as ruas do município.

Tendo em vista essa realidade, faz-se necessário a complementação do sistema viário do município com estruturas de micro e macrodrenagem, com sarjetas, bocas de lobo, bueiros, para a sede e povoados do município. Sendo vedada a instalação de pavimentos seja alifático ou bloquete sem os devido equipamentos de drenagem.

Além disso, tem-se a proposta de expandir a pavimentação (com guia e sarjeta) com bloquetes nas vias da sede e dos povoados, associado a implantação de ajardinamento paisagístico com jardins de chuva e arborização urbana.

5.8. Previsão de eventos de emergência e contingência

Eventos de emergência são acontecimentos em situação crítica, perigosa, incidente, caso de urgência, ou seja, uma situação inesperada que requer tratamento imediato. Eventos de contingência são acontecimentos que podem ou não ocorrer, porém já é estabelecido um planejamento, para que, caso ocorra esta situação os órgãos responsáveis saibam lidar e tratar o problema.

Na situação do Plano de Saneamento, cada vertente do sistema possui eventos emergenciais e contingenciais, tendo este plano a função de prever os eventos e estabelecer ferramentas para a prevenção.

Acidentes e imprevistos nos sistemas de drenagem urbana geralmente ocorrem em períodos de intenso índice pluviométrico que, associados ao desnudamento do solo, ou da ausência/dimensionamento incorreto dos dispositivos de coleta da água pluvial, acabam por gerar graves problemas a população, como deslizamentos de terra, inundações, doenças de veiculação hídrica, etc.

O Quadro 30 apresenta os principais eventos de emergência e suas ações de prevenção e ações de emergência e contingência.

Quadro 30: Principais eventos de emergência e ações de emergência e contingência para o sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais

Evento	Possíveis causas	Ações de prevenção	Ações de emergência e contingência
Transbordamento de cursos d'água.	Os transbordamentos podem derivar da precipitação e escoamento superficial acima da capacidade do sistema, do mau funcionamento do sistema por assoreamento, comprometendo a capacidade de escoamento por diminuição da área útil do conduto/curso d'água	- Manutenção e reparação das estruturas de micro e macrodrenagem - Recuperação da mata ciliar próximo aos corpos hídricos - Implantação de um sistema de alerta e monitoramento de inundações	- Evacuar a área rapidamente; - Informar ao corpo de bombeiros; - Informar à Secretaria de Meio Ambiente e Turismo
Deslizamentos de solo	Os deslizamentos podem ocorrer devido à saturação do solo em épocas de chuvas intensas, falta de cobertura vegetal, declividade excessiva das encostas, ocupação irregular nas encostas ou desestabilização do solo em função das obras de infraestrutura	- Controle do uso do solo Plantio de cobertura vegetal - Plano de drenagem urbana Educação ambiental - Comunicar a defesa civil e ao corpo de bombeiros e retirada da população das áreas próximas aos deslizamentos	- Controle do uso do solo - Plantio de cobertura vegetal - Plano de drenagem urbana - Educação ambiental - Comunicar a defesa civil e ao corpo de bombeiros e retirada da população das áreas próximas aos deslizamentos
Pontos de estrangulamento	Pontos de estrangulamento ocorrem pela obstrução das bocas de lobo ocasionada pela disposição incorreta de resíduos sólidos, ou pela quantidade inesperada de chuva que ocasiona intenso escoamento superficial que satura o sistema que não foi calculado para escoar tal volume	- Manutenção e inspeção nos sistemas de drenagem; - Implantação de reservatórios de retenção a montante ou bacias de contenção; - Implantação de um sistema de alerta e monitoramento das enchentes.	- Isolamento da área; - Informar a secretaria responsável para realizar a desobstrução e manutenções no local.
Contaminação dos cursos d'água	Pode ocorrer por interligações clandestinas no sistema de drenagem, principalmente esgoto, ou resíduos líquidos perigosos que são dispostos nas ruas, com o escoamento superficial esses resíduos líquidos chegam aos corpos d'água.	- Inspeção e manutenção dos sistemas de drenagem; - Educação ambiental para a conscientização da população.	- Comunicar a Secretaria de Meio Ambiente e Turismo e à Defesa Civil para que sejam tomadas as medidas necessárias; - Disponibilizar acondicionamento adequado dos resíduos em logradouros públicos; - Alertar a população à montante do ponto de contaminação quanto ao risco de contaminação.

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

6. INFRAESTRUTURA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O sistema de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana do município de Esperantina – TO atualmente atende 100% da zona urbana com a coleta convencional de resíduos domiciliares e parcialmente a zona rural no Povoado Vila Tocantins. Entretanto, apresenta algumas deficiências, abrangência regular e total da zona rural com a coleta dos resíduos, ausência de associação de catadores, descarte de resíduos em locais inadequados além de queima destes. Ademais, o município ainda não dispõe de Aterro Sanitário, realizando atualmente a disposição dos resíduos sólidos em lixão, requerendo com urgência sua desativação e definição de área regularizada, para que a destinação dos resíduos gerados no município seja ambientalmente adequada.

6.1. Índice de Atendimento da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

Quanto à taxa de cobertura na coleta de resíduos sólidos domiciliares e comerciais (RDO), o SNIS (2018) indica que no ano de 2018 a cobertura era de 48,70% considerando a população total de Esperantina – TO, sendo que 100% da zona urbana possui cobertura da coleta, estando o maior déficit na zona rural. Para fins de projeção de futuras reduções, para atendimento do cenário de referência, estima-se que atualmente a cobertura seja de 57,0% uma vez que foi iniciada a coleta no Povoado Vila Tocantins (zona rural), sendo essa a taxa de cobertura utilizada por este planejamento.

Entretanto, é necessário o alcance da universalização do manejo dos resíduos sólidos no município, portanto, 90% da população total até o ano de 2033 deve estar atendida com coleta e disposição final adequada dos resíduos sólidos gerados, sendo que a universalização deve ocorrer até o ano de 2040.

6.2. Cenário de referência para o sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

A síntese do Cenário de Referência utilizando como base para o estudo de prognóstico do manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana do município de Esperantina – TO está apresentada no Quadro 32 a partir dos seus fatores críticos.

Quadro 31: Cenário de Referência referente à sistema de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana

Fatores críticos	Cenário de Referência
Crescimento Demográfico	A ampliação do manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana estará à frente do crescimento populacional atendendo com infraestrutura e planejamento o horizonte de 30 anos
Geração <i>per capita</i>	Estável
Cobertura de Coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares	Universalização do atendimento na zona urbana e rural com regularidade na coleta ou soluções coletivas
Ações de redução e reciclagem dos Resíduos Sólidos	São realizadas ações de forma assídua
Disposição final	Aterro Sanitário consorciado ou implantação de Aterro Sanitário do município em curto prazo
Educação ambiental e sensibilização	Eficiente
Nível de contentamento da população	Satisfatório
Reciclagem	A coleta seletiva terá cobertura de 100% da zona urbana e comunidades rurais, considerando adesão de apenas 35% dos moradores, e recuperabilidade de 80% dos materiais que forem recolhidos
Compostagem	Haverá a adesão por parte da comunidade às ações de separação dos resíduos orgânicos para compostagem e uso em hortas e plantações individuais
Recuperação de depósitos irregulares	Ocorrerá a implantação de Programa de limpeza e revitalização das disposições irregulares de resíduo de forma contínua, tanto na zona urbana como rural
Limpeza urbana	Satisfatória
Marco Regulatório	Estabilidade, aprimoramento e fortalecimento dos instrumentos jurídicos para regulação e fiscalização dos serviços prestados;
Investimentos no setor	Crescimento do patamar dos investimentos públicos municipais submetidos ao planejamento e ao controle social
Participação e controle social	Fortalecimento da participação social a partir de órgãos colegiados

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.



➤ **Síntese dos principais aspectos abordados na construção do Cenário de Referência para o sistema de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana**

O gerenciamento de maneira adequada dos resíduos sólidos deve obedecer às legislações vigentes no país, assim devendo seguir alinhado à Política Nacional de Resíduos Sólidos, Política Nacional de Saneamento Básico e Política Estadual de Resíduos Sólidos do Tocantins nº 3614/2019, considerando seus princípios, objetivos e prazos estabelecidos nestes instrumentos legais.

Estima-se, no Cenário de Referência, a implantação dos serviços nas comunidades rurais, sendo essas coletivas quando for localidades distantes da sede municipal, e a manutenção da regularidade do serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos na zona urbana à frente do crescimento populacional, atendendo com infraestrutura e planejamento durante o horizonte de 30 anos adotados por este plano. Deste modo, o atendimento ocorrerá em toda a área urbana do município de Esperantina – TO.

A zona rural também será atendida com coleta regular dos resíduos e implementação de locais de armazenamento adequados com a frequência da coleta. No geral, estes serviços serão efetuados com regularidade e qualidade de modo a atender os anseios da sociedade, além de contribuir com a promoção da saúde pública e com a proteção ambiental, para assim colaborar com a satisfação da população.

Haverá o desenvolvimento da coleta seletiva durante o horizonte temporal do plano. Para isto, serão realizadas ações de educação e sensibilização ambiental de forma efetiva, promovendo a mudança nos hábitos dos moradores, bem como o incentivo à criação de associação de recicladores no município e/ou fortalecimento de associações de localidade vizinha. Essas ações minimizarão os problemas de dispersão de resíduos sólidos nas vias e passeios públicos, entupimento dos dispositivos de drenagem, como por exemplo, as bocas de lobo.

A promoção de ações ambientais sensibilizará a população para as questões ambientais, havendo o desenvolvimento da compostagem e reciclagem dos resíduos sólidos. A separação dos resíduos para posterior enfardamento e destino



adequado, seja para reciclagem, reaproveitamento ou beneficiamento, será feita pela Unidade de Triagem, que será compatível com a quantidade de resíduos gerados.

Ademais haverá a adoção de estratégias e mecanismos que busquem a recuperação e revitalização de depósitos irregulares de resíduos, incluindo instalação de placas, sendo na zona urbana às margens de estradas vicinais e rodovias e lotes vazios e nas comunidades rurais os pontos de descarte de resíduos/queima, para assim sanar possíveis pontos de contaminação do meio ambiente.

Dessa forma, os resíduos sólidos gerados no município serão encaminhados a um local adequado, sendo este o Aterro Sanitário regularizado e em operação técnica e ambientalmente correta, ou em Aterro Consorciado com outros municípios, caso haja viabilidade técnica e econômica para este fim.

O Cenário de Referência apresenta o fortalecimento da participação social a partir de órgãos colegiados, que legalmente são constituídos e representativos da sociedade civil, com caráter consultivo e deliberativo, possuindo influência decisiva na formulação e implementação das políticas de saneamento básico com destaque para a limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.

A participação social realizará a fiscalização dos serviços prestados utilizando os marcos regulatórios que são os instrumentos jurídicos que deverão ser aprimorados e fortalecidos para o maior alcance de investimentos públicos municipais que observam o planejamento e se submetem ao controle social.



6.3. Estimativas anuais dos volumes de produção de resíduos sólidos classificados em total, reciclado, compostado e aterrado, e % de atendimento pelo sistema de limpeza urbana

As informações sobre geração local ou regional dos resíduos são importantes como alicerces da etapa de planejamento das ações. Os resíduos domiciliares são originários de atividades domésticas e formado em sua maior parte por matéria orgânica, além de contemplar os resíduos recicláveis e rejeitos.

De acordo com o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Tocantins (2017) o índice *per capita* de geração dos resíduos urbanos do município de Esperantina – TO é de 0,53 kg/hab.dia.

Quanto aos resíduos provenientes dos serviços de saúde, é de extrema importância a realização de um adequado gerenciamento a fim de neutralizar os possíveis riscos à saúde pública e também ao meio ambiente. De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2019) o Estado do Tocantins apresenta um *per capita* de geração de RSS 0,48 kg/hab.ano, ou seja, 0,001315 kg/hab.dia, utilizado como base para projeção da geração anual dos resíduos.

Em relação aos resíduos de construção civil, os inventários revelam uma relação entre estes resíduos e os resíduos domiciliares de dois para um, sendo os RCC correspondente ao dobro dos resíduos domésticos produzidos pelo município (MMA, 2012). A partir desta constatação, temos que o *per capita* referente ao RCC é de 1,06 kg/hab.dia, sendo este utilizado nos cálculos deste planejamento.

Os resíduos resultantes das atividades de limpeza pública representam cerca de 15% da geração total de resíduos domiciliares, excluída a quantidade de resíduos de construção em deposições irregulares (MMA, 2012), logo o valor *per capita* referente aos resíduos de limpeza urbana (RLU) será de 0,0795 kg/hab/dia.

A partir das informações supracitadas e devidamente justificadas e da projeção populacional do município apresentada no item 2.2, elaborou-se o Quadro 32 que mostra as estimativas de produção dos resíduos por tipo, sendo estes os



mais importantes do sistema de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana municipal.

Quadro 32: Projeção de resíduos por tipo no horizonte de 30 anos

Ano	População	RCC (t/ano)	RSS (t/ano)	RD (t/ano)	RLU (t/ano)
2020	11.238	4347,9	5,39	2174,0	326,1
2021	11.485	4443,6	5,51	2221,8	333,3
2022	11.738	4541,3	5,63	2270,7	340,6
2023	11.996	4641,2	5,76	2320,6	348,1
2024	12.260	4743,3	5,88	2371,7	355,7
2025	12.530	4847,7	6,01	2423,8	363,6
2026	12.805	4954,3	6,15	2477,2	371,6
2027	13.087	5063,3	6,28	2531,6	379,7
2028	13.375	5174,7	6,42	2587,3	388,1
2029	13.669	5288,5	6,56	2644,3	396,6
2030	13.970	5404,8	6,71	2702,4	405,4
2031	14.277	5523,7	6,85	2761,9	414,3
2032	14.591	5645,2	7,00	2822,6	423,4
2033	14.912	5769,4	7,16	2884,7	432,7
2034	15.240	5896,3	7,31	2948,2	442,2
2035	15.575	6026,0	7,48	3013,0	452,0
2036	15.918	6158,6	7,64	3079,3	461,9
2037	16.268	6294,1	7,81	3147,0	472,1
2038	16.626	6432,5	7,98	3216,3	482,4
2039	16.992	6574,0	8,16	3287,0	493,1
2040	17.365	6718,6	8,33	3359,3	503,9
2041	17.747	6866,4	8,52	3433,2	515,0
2042	18.138	7017,5	8,71	3508,7	526,3
2043	18.537	7171,9	8,90	3585,9	537,9
2044	18.944	7329,6	9,09	3664,8	549,7
2045	19.361	7490,9	9,29	3745,4	561,8
2046	19.787	7655,6	9,50	3827,8	574,2
2047	20.222	7824,0	9,71	3912,0	586,8
2048	20.667	7996,2	9,92	3998,1	599,7
2049	21.122	8172,0	10,14	4086,0	612,9
2050	21.586	8351,8	10,36	4175,9	626,4

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.



No entanto, no Cenário de Referência, o município deverá promover ações de educação ambiental para conscientizar a população do maior aproveitamento das matérias-primas e insumos, evitando a geração demasiada de resíduos. Além de incentivar a criação de associações de recicladores ou, até mesmo, incentivar associações de regiões vizinhas. As ações ambientais são instrumentos indispensáveis na busca da redução da geração de resíduos, sendo esta redução prioridade para o manejo dos resíduos no Brasil.

A geração de resíduos em âmbito geral terá aumento ao longo dos anos, uma vez que a população total tende a crescer 2,20% a.a., no entanto, ademais, ocorrerá uma maior taxa de urbanização ao longo dos anos e consequentemente o aumento da geração de resíduos, uma vez que, os costumes da zona urbana influenciam na maior geração de resíduos sólidos. Portanto, ocorre a necessidade em realizar a redução de resíduo que chega ao aterro.

A estimativa da redução foi distribuída de acordo com as formas de destinação final, reciclagem e compostagem. Para a reciclagem é proposto a redução de 2,2% a.a. a partir da operação da unidade de triagem e reciclagem ou destinação final para Associação de Recicladores que tenham essas unidades em operação. Quanto à compostagem a redução prevista será de 2,0% a.a.

O desvio total dos resíduos sólidos passíveis de tratamento e recuperação, ainda, não é realidade em âmbito nacional e municipal e por isso optou-se neste planejamento adotar uma taxa de redução anual constante a partir do ano de 2025 para a reciclagem e a partir do ano de 2030 para a compostagem, após um período de adaptação e fortalecimento das ações ambientais por parte da comunidade.

Quanto ao índice de atendimento de coleta, estima-se que atualmente este seja de 57% englobando a zona urbana e o Povoado Vila Tocantins. Dessa forma, a fim de universalizar a coleta dos resíduos sólidos no município, para o Cenário de Referência adotado, tem-se que no período de 30 anos, o percentual atinja 70% no ano de 2024, 90% em 2033, e alcance a universalização 100% até 2039.



As estimativas contidas neste item utilizaram a projeção da população total de Esperantina – TO feita no item 2.2, associado ao *per capita* de 0,53 kg/hab.dia, ao percentual identificado em composição gravimétrica correlacionado aos resíduos recicláveis (37,27%), aos resíduos compostáveis (38,29%) e aos resíduos inertes (24,44%) e às projeções no índice de atendimento. Dessa forma, considerando as taxas de redução, tem-se a estimativa de resíduos sólidos apresentadas no Quadro 33 a seguir.



Quadro 33: Estimativa de geração de resíduos com reduções ao longo de 30 anos no cenário de referência

Ano	Taxa de geração per capita (kg/hab.dia)	População Total (hab.)	Índice de atendimento (%)	População atendida (hab.)	Estimativa de Resíduos Sólidos				
					Resíduo gerado	Reciclagem (2,2% a.a.)	Compostagem (2% a.a.)	Resíduo Inerte	Aterro
					(t/ano)				
2020	0,53	11.238	57,0%	6.406	1.239,16	461,84	474,48	302,85	1.239,16
2021	0,53	11.485	60,3%	6.920	1.338,63	498,91	512,56	327,16	1.338,63
2022	0,53	11.738	63,5%	7.453	1.441,87	537,39	552,09	352,39	1.441,87
2023	0,53	11.996	66,8%	8.007	1.549,01	577,32	593,12	378,58	1.549,01
2024	0,53	12.260	70,0%	8.582	1.660,16	618,74	635,68	405,74	1.660,16
2025	0,53	12.530	72,2%	9.049	1.750,55	638,08	670,28	427,83	1.736,19
2026	0,53	12.805	74,4%	9.533	1.844,10	657,06	706,11	450,70	1.813,86
2027	0,53	13.087	76,7%	10.033	1.940,93	675,64	743,18	474,36	1.893,18
2028	0,53	13.375	78,9%	10.551	2.041,12	693,78	781,54	498,85	1.974,18
2029	0,53	13.669	81,1%	11.087	2.144,78	711,43	821,24	524,18	2.056,85
2030	0,53	13.970	83,3%	11.641	2.252,01	728,53	862,30	550,39	2.141,22
2031	0,53	14.277	85,6%	12.215	2.362,93	745,04	863,05	577,50	2.185,59
2032	0,53	14.591	87,8%	12.808	2.477,63	760,89	886,48	605,53	2.252,90
2033	0,53	14.912	90,0%	13.421	2.596,24	776,03	909,56	634,52	2.320,11
2034	0,53	15.240	91,7%	13.970	2.702,49	785,63	926,64	660,49	2.372,76
2035	0,53	15.575	93,3%	14.537	2.812,15	794,45	943,28	687,29	2.425,02
2036	0,53	15.918	95,0%	15.122	2.925,33	802,44	959,44	714,95	2.476,83
2037	0,53	16.268	96,7%	15.726	3.042,14	809,54	975,07	743,50	2.528,11
2038	0,53	16.626	98,3%	16.349	3.162,66	815,68	990,13	772,95	2.578,76
2039	0,53	16.992	100,0%	16.992	3.287,02	820,80	1.004,56	803,35	2.628,70
2040	0,53	17.365	100,0%	17.365	3.359,32	811,31	1.001,62	821,02	2.633,94
2041	0,53	17.747	100,0%	17.747	3.433,22	829,16	1.023,65	839,08	2.691,88
2042	0,53	18.138	100,0%	18.138	3.508,74	847,39	1.046,17	857,54	2.751,10
2043	0,53	18.537	100,0%	18.537	3.585,93	866,04	1.069,18	876,40	2.811,62
2044	0,53	18.944	100,0%	18.944	3.664,81	885,09	1.092,70	895,68	2.873,47
2045	0,53	19.361	100,0%	19.361	3.745,43	904,56	1.116,74	915,38	2.936,67
2046	0,53	19.787	100,0%	19.787	3.827,82	924,45	1.141,30	935,52	3.001,27
2047	0,53	20.222	100,0%	20.222	3.912,02	944,79	1.166,41	956,10	3.067,30
2048	0,53	20.667	100,0%	20.667	3.998,08	965,57	1.192,07	977,13	3.134,77
2049	0,53	21.122	100,0%	21.122	4.086,02	986,81	1.218,29	998,62	3.203,73
2050	0,53	21.586	100,0%	21.586	4.175,91	1.008,52	1.245,09	1.020,59	3.274,20

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.



Quanto maior a redução dos resíduos, menores serão os gastos públicos com o manejo e consequente diminuição do consumo dos recursos naturais. Devendo assim, esta municipalidade implantar ações que proporcionem um maior benefício à população e ao município.

As reduções elencadas no Quadro 33 serão alcançadas por meio da realização de ações de educação e sensibilização ambiental desenvolvidas de forma efetiva e assídua, promovendo a mudança nos hábitos dos moradores.

6.4. Metodologia para o cálculo dos custos e a cobrança dos serviços prestados, com base nos requisitos legais sobre sustentabilidade econômico-financeira dos serviços

A Política Nacional de Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445 de 2007) estabelece, no artigo 29, que os serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços, podendo ser taxas ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço e atividades.

O município de Esperantina – TO não realiza nenhuma cobrança sobre os serviços de manejo dos resíduos sólidos prestados à comunidade.

Dessa maneira, a Prefeitura Municipal deve equalizar as receitas com os custos e investimentos para a gestão de resíduos sólidos, recuperação de passivos ambientais e inovações tecnológicas do modelo de prestação definido.

Os custos com a limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos poderão superar o valor historicamente destinado a esse fim e até mesmo o valor legalmente autorizado para operação do modelo de gestão adotado. Nestes casos, faz-se necessário determinar uma forma complementar para custeio do sistema, que pode ser realizada a cobrança de taxa ou tarifa.

Nesse sentido, o artigo 35 da Política Nacional de Saneamento Básico, estabelece que as taxas ou tarifas decorrentes da prestação de serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos devem levar em conta a

adequada destinação dos resíduos coletados e poderão considerar o nível de renda da população da área atendida.

O inciso II do artigo 145 da Constituição Federal autoriza a União, os Estados, o Distrito Federal e os municípios a instituírem taxas sobre os serviços públicos específicos e divisíveis prestados ao contribuinte ou postos à disposição. Observa-se que constitucionalmente a cobrança de tal taxa deve seguir o Princípio da Retributividade, ou seja, pagamento na proporção do uso do serviço.

A implantação de taxas e tarifas para os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos são alvos de diversos questionamentos quanto à legalidade e constitucionalidade da cobrança. Visando apresentar alguns casos e critérios onde a segurança jurídica das taxas ou tarifas foi assegurada por ter sido declarada constitucional pelo Supremo Tribunal Federal foi confeccionado o Quadro 34 tendo como referência o Manual de Orientação – Plano de Gestão de Resíduos Sólidos do Ministério de Meio Ambiente (2012).

Quadro 34: Descrição dos critérios para determinação do valor e observações sobre tarifas e taxas para os serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos

Forma de Cobrança	Taxa, tarifa ou preço público
Fatores de Cálculo	Localização dos domicílios atendidos: bairros populares, de renda média ou renda alta; as indústrias atendidas se caracterizarem por baixa, média ou elevada geração de resíduos assemelhados aos domiciliares (na faixa limite estabelecida como atendimento enquanto serviço público); Os estabelecimentos não industriais atendidos se caracterizarem por baixa, média ou elevada geração de resíduos assemelhados aos domiciliares (na faixa limite estabelecida como atendimento enquanto serviço público); A presença de terrenos vazios, de pequeno, médio ou grande porte, aos quais os serviços são oferecidos, mesmo que não seja usufruído;
Observações	Será necessário estabelecer a diretriz de transparência na demonstração da lógica de cálculo empregada na composição de custos, as proporções entre níveis de geração e outras considerações; O planejamento destes investimentos deve considerar a depreciação e amortização do investimento segundo o crescimento presumido da geração; Deve ser considerado os custos divisíveis (como os da coleta, manejo dos resíduos domiciliares) e dos custos indivisíveis (varrição e capina, por exemplo); O cálculo deve considerar a ocorrência de custos por oferta de serviços não considerados enquanto serviços públicos, como a coleta e tratamento de RSS de geradores privados, ou a captação e transporte de resíduos com logística reversa obrigatória (pneus, lâmpadas e outros).

Fonte: Manual de Orientação – Plano de Gestão de Resíduos Sólidos do Ministério de Meio Ambiente, 2012

Ainda segundo o Manual a ampla maioria dos municípios brasileiros inclui os custos com os serviços de manejo dos resíduos nas alíquotas do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), como é caso do município de Esperantina – TO, o qual estabeleceu por meio do Código Tributário Municipal (Lei nº 145-A/2009) que a cobrança sobre a coleta poderá ser realizada juntamente com o IPTU, tendo como valores máximos anuais estabelecidos de R\$ 22,00 (vinte e dois reais) na coleta em imóveis exclusivamente residenciais, e R\$ 33,00 (trinta e três reais) na coleta de imóveis não residenciais, exceto com atividades de saúde ou que produzam resíduos industriais e R\$ 44,00 (quarenta e quatro reais) na coleta em imóveis com atividades de saúde ou que produzam resíduos industriais.

Entretanto, baseado na legislação vigente e nos precedentes jurídicos referentes aos questionamentos quanto à legalidade e constitucionalidade da cobrança foram observados alguns aspectos que devem ser ponderados na escolha das formas de cobrança pelos serviços, conforme elencados na Figura 13 a seguir.

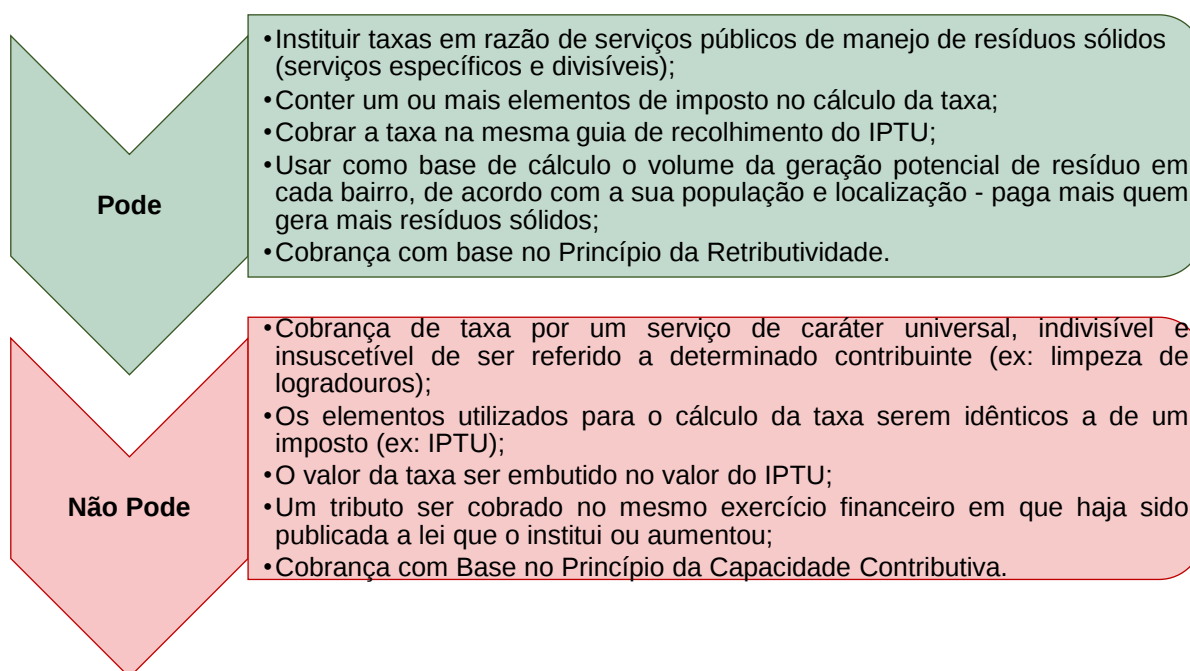


Figura 13: Resumo dos aspectos que devem ser considerados na definição da forma de cobrança pelos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

Fonte: Manual de Orientação – Plano de Gestão de Resíduos Sólidos do Ministério de Meio Ambiente, 2012

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) apresenta um método para cálculo das taxas de manejo de resíduos sólidos que compreendem dados básicos do município, definição do valor presente dos investimentos (obras e equipamentos) necessários no horizonte do Plano, definição dos custos operacionais mensais considerando a contratação direta ou indireta (concessão) e parâmetros para financiamento.

A Quadro 35 demonstra como realizar esse cálculo, preenchendo as partes verdes com os dados (dados de entrada).

Quadro 35: Método para cálculo das taxas de manejo de resíduos sólidos

Metodologia para cobrança por serviços de manejo de RSU			
A	População (hab.)		Equação adotada
B	Economias		-
C	Economias		-
D	Geração da cidade (ton./mês)		(A x C / 1000) x 30
E	Investimento em Coleta Convencional (R\$)		Caminhões, unidades de transbordo, Caçambas etc.
F	Investimentos em Coleta Seletiva e Tratamento (R\$)		LEVs, PEVs, veículos coletores para catadores etc.
G	Investimentos em Disposição Final (R\$)		Aterro sanitário
H	Repasse não oneroso da União ou Estado para Resíduos Sólidos (R\$)		Convênios ou contratos de repasse
I	Valor total dos investimentos (R\$)		E + F + G – H
J	Operação da Coleta Convencional (R\$/mês):		Combustível, mão de obra, EPI, manutenção etc.
K	Operação da Coleta Seletiva e Tratamento (R\$/mês)		Água, luz, EPI, manutenção, combustível, mão de obra etc
L	Operação da Disposição Final (R\$/mês)		Água, luz, EPI, manutenção, combustível, mão de obra etc.
M	Resíduos da Coleta Convencional (%)		A soma tem que ser 100%
N	Resíduos da Coleta Seletiva (%)		
O	Operação da Coleta Convencional (R\$/ton.)		J / (D x M)
P	Operação da Coleta Seletiva e Tratamento (R\$/ton.)		K / (D x N)
Q	Operação da Disposição Final (R\$/ton.)		L / (D x M)
R	Custo operacional total (R\$/mês)		J + K + L
S	Prazo de pagamento (anos)		Deve ser menor do que a vida útil do sistema
T	Taxa de financiamento do investimento (mensal - %)		Juros + inflação
U	Pagamento do financiamento - investimentos (R\$/mês)		I x T / {1 - [1 / (1 + T) ^ (12 x S)]} Método de prestações fixas
V	Valor da taxa (R\$/economia. mês)		(R + U) / B Cobrança mensal de cada economia
X	Faturamento (R\$ /mês)		V x B
Legenda:			
	Dados de entrada		
	Cálculo		

Fonte: MMA – Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, s.d.



A estruturação da cobrança deve ser feita por meio de uma base de cálculo sólida e acompanhada por diretrizes que a regule, neste caso, em conjunto com a implantação do Código de Resíduos Sólidos (nos moldes do Código de Obras, Código de Posturas, etc.), devendo esse código ser elaborado em observância aos demais códigos instituídos no município.

Os custos de execução de serviços de limpeza urbana, como varrição, capina, poda, entre outros, realizados diretamente pela Administração Pública, ou eventualmente terceirizados, devem estar incluídos no Plano Plurianual e garantidos pelo caixa único da Prefeitura, por meio de receitas geradas por tributos e repasses financeiros externos.

Assim, focando não somente em cobrir os atuais custos necessários para a realização dos serviços de coleta, transporte e destinação final, mas, também, em induzir a novos padrões de consciência da população visando uma sustentabilidade econômica e ambiental do setor fica proposto a cobrança de taxa de manejo de resíduos sólidos a todo habitante do município de Esperantina – TO atendido pelo serviço de forma adequada.

A taxa de cobrança pela prestação dos serviços de manejo de resíduos sólidos poderá estar anexa ao Imposto sobre a Propriedade Territorial Urbana (IPTU), conforme estabelecido no Código Tributário Municipal (Lei nº 145-A/2009).



6.5. Regras para transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos, conforme lei nº 12.305/2010, com definição das responsabilidades

O transporte é uma etapa indispensável no gerenciamento dos resíduos incluindo as ações preventivas para a não ocorrência de acidentes.

As regras para o transporte estão determinadas em Normas Brasileiras – NBR's e Leis Federais que instituem os requisitos mínimos para o correto transporte, em especial a NBR 13221 – Transporte de Resíduos Terrestres de fevereiro de 2003 que visa especificar os requisitos para o transporte terrestre de resíduos, de modo a minimizar danos ao meio ambiente e a proteger a saúde pública.

De acordo com a NBR 13221/2003, o transporte deve ser feito por meio de equipamento adequado, obedecendo às regulamentações pertinentes. Algumas das regulamentações desta norma estão descritas a seguir.

- O estado de conservação do equipamento de transporte deve ser tal que, durante o transporte, não permita vazamento ou derramamento do resíduo.
- O resíduo, durante o transporte, deve estar protegido de intempéries, assim como deve estar devidamente acondicionado para evitar o seu espalhamento na via pública ou via férrea.
- Os resíduos não podem ser transportados juntamente com alimentos, medicamentos ou produtos destinados ao uso e/ou consumo humano ou animal, ou com embalagens destinadas a estes fins.
- O transporte de resíduos deve atender à legislação ambiental específica (federal, estadual ou municipal), quando existente, bem como deve ser acompanhado de documento de controle ambiental previsto pelo órgão competente.
- A descontaminação dos equipamentos de transporte deve ser de responsabilidade do gerador e do responsável pelo transporte e deve ser realizada em local(is) e sistema(s) previamente autorizados pelo órgão de controle ambiental competente.

Para o caso de transporte de resíduos perigosos, deve ainda ser verificado:

- Todo o transporte por meio terrestre de resíduos perigosos deve obedecer ao Decreto nº 96044/1988, à Portaria nº 204/1997 do Ministério dos Transportes e às NBR 7500/2020, NBR 7501/2011, NBR 7503/2018 e NBR 9735/2020. A classificação do resíduo deve atender à Portaria nº 204/1997 do Ministério dos Transportes, de acordo com as exigências prescritas para a classe ou subclasse apropriada, considerando os respectivos riscos e critérios, devendo enquadrá-los nas designações genéricas.
- Os resíduos perigosos devem ser transportados obedecendo aos critérios de compatibilidade, química e radiológica, conforme a NBR 14619/2018.

As normativas e legislações supracitadas se valem tanto para o gerenciamento de resíduos realizados pela administração pública, por exemplo, limpeza urbana e coleta de resíduos domiciliares, como também àqueles com gerenciamento específico estabelecidos pelo art. 20 da Lei 12.305/2010.

➤ **Resíduos de Serviços Públicos de Saneamento Básico e demais resíduos perigosos**

Os resíduos de serviços públicos de saneamento básico perigosos se referem aos resíduos provenientes do tratamento da água e esgoto, os quais não são produzidos atualmente no município. No entanto, tal abordagem é de suma importância, uma vez que, esses poderão ser gerados futuramente.

No caso do abastecimento de água, a geração de resíduos não ocorre, já que o produto químico, cloro, utilizado no tratamento, é 100% usado para sua finalidade e não gera subprodutos.

Muito embora, seguindo as definições do cenário de referência, ocorrerá o atendimento total da zona urbana com a rede coletora de esgoto e adequações da estação de tratamento de esgoto, que possui como sistema de tratamento as lagoas de estabilização. Nessa conjuntura, a literatura mostra que a acumulação de lodo ao longo dos anos é muito pequena em sistemas de lagoa de estabilização, sendo maior nas lagoas anaeróbias, devido ao seu menor volume e à magnitude da carga de DBO introduzida.



De acordo com Mendonça (1990) a taxa de acúmulo de lodo para a lagoa anaeróbia é de 0,03 a 0,1 m³/hab.ano e para a lagoa facultativa a taxa de acúmulo de lodo para Arceivala (1981) é de 0,03 a 0,08 m³/hab.ano. Desse modo, estima-se que anualmente sejam gerados cerca de 291,05 m³/ano de lodo, considerando que o índice de atendimento com os serviços de esgotamento sanitário é de 60%. Esse volume deve ter destinação ambientalmente correta, devendo ser realizada em Aterro Sanitário licenciado para recebimento desse tipo de resíduo.

O transporte dos resíduos perigosos advindo da atividade de saneamento deve estar identificado com rótulos de segurança e rótulos de risco. No caso do transporte de big bags contendo diversos produtos ou embalagens contaminadas, deve-se proceder conforme a diretriz da ONU, ou seja, marcar a embalagem externa (big bag), por exemplo, com as marcações de cada um dos produtos perigosos ou embalagens contaminadas contidas nela, devendo ser garantida a sua estanqueidade.

A descontaminação dos equipamentos de transporte deve ser de responsabilidade do gerador e deve ser realizada em local(is) e sistema(s) previamente autorizados pelo órgão de controle ambiental competente.

O transporte terrestre de resíduos perigosos deve obedecer às instruções complementares do regulamento de transporte rodoviário de Produtos Perigosos aprovado pelo Decreto Federal 96.044/1988 e as normas brasileiras pertinentes.

O descarte destes resíduos deve ser feito em vala específica em Aterro Sanitário específico que receba resíduos perigosos.

➤ **Resíduos de Serviços de Saúde – RSS**

A coleta e o transporte dos resíduos de serviço de saúde consistem na remoção dos resíduos do seu local de armazenamento externo e transporte até a unidade de tratamento ou disposição final. Estes procedimentos devem ser realizados em conformidade com as normas NBR 7500/2020, NBR 7503/2018, NBR 9735/2020, NBR 12810/2020, NBR 13221/2017, NBR 13463/1995, NBR 14652/2019 da ABNT e demais normas vigentes, garantindo a preservação das condições de acondicionamento e a integridade dos trabalhadores, da população e do meio ambiente.

O transporte dos resíduos de serviço de saúde deve ser realizado por empresa especializada e licenciada para a atividade, podendo utilizar diferentes tipos e portes de veículos para a coleta e transporte, desde que seguidas as exigências da NBR 12810/1993. A empresa transportadora deve observar o Decreto Federal nº 96.044, de 18 de maio de 1988, e a Portaria Federal nº 204, de 20 de maio de 1997.

Em observância aos resíduos de serviço de saúde (RSS) de acordo com a RDC da Anvisa nº 222/2018 os prestadores do serviço de saúde, sejam eles públicos ou privados, são os responsáveis pelo correto gerenciamento, atendendo às normas e exigências legais, desde o momento de sua geração até a sua destinação final, além de promover a capacitação e treinamento inicial e de forma continuada para o pessoal envolvido no gerenciamento de resíduos.

Atualmente, no município de Esperantina – TO, os resíduos de serviços de saúde são coletados por empresa terceirizada devidamente licenciada, por meio do caminhão baú sendo destinado a tratamento térmico por incineração.

Os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) são os resíduos resultantes de atividades exercidas por estabelecimento gerador que, por suas características, necessitam de processos diferenciados de manejo, exigindo ou não tratamento prévio à sua disposição final, conforme definições contidas na RDC Anvisa nº 222/2018.



Nos geradores do município de Esperantina – TO, em destaque, Unidades Básicas de Saúde, farmácias e afins, onde geração de resíduos é significativa e, devido à diversidade de serviços oferecidos, os resíduos possuem maior heterogeneidade, além da geração de resíduos caracterizados como comuns, os demais resíduos nesses estabelecimentos devem ser separados conforme a classificação da RDC 222/2018: Grupo A, Subgrupo A1, Subgrupo A2, Subgrupo A3, Subgrupo A4, Subgrupo A5, Grupo B, Grupo C, Grupo D e Grupo E.

A maior parte dos resíduos gerados nos estabelecimentos de assistência à saúde (em particular os hospitais) são resíduos comuns, orgânicos ou potencialmente recicláveis (entre 75% e 90%), especificamente quando considerados setores como almoxarifados, cozinhas ou serviço de nutrição e dietética, lanchonetes e farmácias que recebem mercadorias e descartam grandes quantidades de embalagens, ou diretamente na geração de frascos de soro, por exemplo, que têm um alto valor no mercado da reciclagem.

Dessa maneira, a fração de resíduos de serviços de saúde que necessitam de cuidados especiais está entre 10 a 25% do total de resíduos gerados nos estabelecimentos, que aborda o prognóstico de geração dos RSS.

Outra fonte geradora de resíduos similares aos de serviços de saúde são os domiciliares provenientes dos serviços de assistência domiciliar ou da geração cotidiana de uma casa, como remédios vencidos, embalagens, agulhas, seringas, etc.

O descarte dos resíduos de saúde deve ser feito de maneira isolada dos demais resíduos, podendo este ser descartado em Aterro Sanitário em valas sépticas específicas, em locais com tratamento por incineração e outras formas de descarte que forem pertinentes e estarem de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Quanto ao transporte dos resíduos classificados, tem-se segundo a RDC 222/2018, a não obrigatoriedade do uso de veículos separados para o transporte de resíduos domiciliares e resíduos de saúde. Segundo a versão comentada da RDC, os riscos desse transporte utilizando o mesmo veículo são mínimos, desde que respeitadas as condições de acondicionamento e transporte, respeitando também,

dentro do veículo, o espaço para os profissionais e colocando estes RSS num local isolado do veículo. Muito embora, é necessário que a coleta seja feita em horários distintos.

Quanto à coleta e transporte interno nas unidades de saúde, tem-se que a coleta e o transporte devem atender ao roteiro previamente definido e devem ser feitos em horários, sempre que factível, não coincidentes com a distribuição de roupas, alimentos e medicamentos, períodos de visita ou de maior fluxo de pessoas ou de atividades. A coleta deve ser feita separadamente, de acordo com o grupo de resíduos já mencionados e em recipientes específicos a cada grupo de resíduos.

Recomendações específicas para a operação de coleta interna:

- Os carros de coleta devem ter, preferencialmente, pneus de borracha e estar devidamente identificados com símbolos de risco;
- Estabelecer turnos, horários e frequência de coleta;
- Sinalizar o itinerário da coleta de forma apropriada;
- Não utilizar transporte por meio de dutos ou tubos de queda;
- Diferenciar as coletas, isto é, executá-las em horários diferentes segundo o tipo de resíduo;
- Coletar resíduos recicláveis de forma separada;
- Fazer a manutenção preventiva dos carros para a coleta interna e higienizá-los ao final de cada coleta.

A coleta externa consiste na remoção dos RSS do abrigo de resíduos (armazenamento externo) até a unidade de tratamento ou disposição final, pela utilização de técnicas que garantam a preservação das condições de acondicionamento e a integridade dos trabalhadores, da população e do meio ambiente. Deve estar de acordo com as regulamentações do órgão de limpeza urbana.

Recomendações específicas para a operação de coleta externa:

Para a coleta de RSS do grupo A, o veículo deve ter os seguintes requisitos:

- Ter superfícies internas lisas, de cantos arredondados e de forma a facilitar a higienização;



- Não permitir vazamentos de líquidos e ser provido de ventilação adequada - Sempre que a forma de carregamento for manual, a altura de carga deve ser inferior a 1,20 m;
- Quando possuir sistema de carga e descarga, este deve operar de forma a não permitir o rompimento dos recipientes;
- Quando forem utilizados coletores de acondicionamento de resíduos, o veículo deve ser dotado de equipamento hidráulico de basculamento;
- Para veículo com capacidade superior a 1 tonelada, a descarga pode ser mecânica; para veículo com capacidade inferior a 1 tonelada, a descarga pode ser mecânica ou manual;
- O veículo coletor deve contar com os seguintes equipamentos auxiliares: pá, rodo, saco plástico de reserva, solução desinfetante;
- Devem constar em local visível o nome da municipalidade, o nome da empresa coletora (endereço e telefone), a especificação dos resíduos transportáveis e o número do veículo coletor;
- Portar sinalização externa;
- Exibir a simbologia para o transporte rodoviário;
- Ter documentação que identifique a conformidade para a execução da coleta, pelo órgão competente.
- Para a coleta de RSS do grupo B, resíduos químicos perigosos, o veículo deve atender aos seguintes requisitos:
 - Observar o Decreto Federal no 96.044, de 18 de maio de 1988, e a Portaria Federal n.º 204, de 20 de maio de 1997 e as Resoluções da ANTT n.º 3665/2011, 5232/2016 e 5581/2017.
 - Portar documentos de inspeção e capacitação, em validade, atestando a sua adequação, emitidos pelo Instituto de Pesos e Medidas ou entidade por ele credenciada.

Segundo o art. nº 38 da RDC 222/2018, não podem ser utilizados na coleta e transporte dos RSS caminhões que fazem a compactação dos resíduos no seu interior, pelo fato do risco dos sacos rasgarem e ocorrer o vazamento dos resíduos,



com um potencial de contaminação do meio ambiente e dos trabalhadores envolvidos no processo de gerenciamento dos RSS. Esta regra não se aplica aos resíduos semelhantes aos domiciliares, ou seja, os resíduos do grupo D.

➤ **Resíduos não equiparados aos domiciliares**

São equiparados aos resíduos sólidos domiciliares os resíduos não perigosos e não inertes que sejam produzidos por pessoas físicas ou jurídicas em estabelecimentos de uso não residencial e que cumulativamente tenham.

O transporte de resíduos que não se equiparem aos domiciliares permeiam entre as condicionantes de transporte dos resíduos perigosos ou normais, em ambos deve ser acompanhado de documento de controle ambiental previsto pelo órgão competente, sendo necessário informar o tipo de acondicionamento utilizado. Quando composto por componentes que possam o caracterizar como perigoso, o local de descontaminação dos equipamentos de transporte deve ser feito em local autorizado e seguir as regras específicas e o transporte deve ser feito por automóveis com a devida autorização ambiental.

➤ **Resíduos de Construção Civil**

A Resolução CONAMA nº 307/2002 define como resíduos da construção civil e demolição aqueles provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, etc.

O volume de geração desses resíduos varia de acordo com o porte do gerador, estando a cargo do poder público a coleta sem cobrança de pequenos geradores de resíduos de construção civil. Os pequenos geradores, segundo Marques Neto (2005), normalmente são aqueles que informalmente realiza construções, demolições e reformas que nem sempre tem condições de contratar



as empresas para a remoção desses resíduos e acabam depositando ao longo de estradas e vias públicas.

O descarte dos resíduos de construção civil deve ser feito em área denominada Bota fora que pode estar localizada nas proximidades do Aterro Sanitário caso o município opte pela sua implantação para recebimento dos resíduos sólidos urbanos gerado, ou em local específico, levando em consideração as especificações das legislações vigentes

Os Transportadores de Resíduos da Construção Civil, reconhecidos como ação privada de coleta regulamentada, submetida às diretrizes e à ação gestora do poder público municipal, devem ser cadastrados, sendo vedado a estes:

- Realizar o transporte dos resíduos quando os dispositivos que os contenham estejam com a capacidade volumétrica elevada pela utilização de chapas, placas ou outros suplementos;
- Sujar as vias públicas durante a operação com os equipamentos de coleta de resíduos;
- Fazer o deslocamento de resíduos sem o respectivo documento de Controle de Transporte de Resíduos (CTR) quando operarem com caçambas metálicas estacionárias ou outros tipos de dispositivos deslocados por veículos automotores;
- Estacionar as caçambas na via pública quando estas não estiverem sendo utilizadas para a coleta de resíduos. Os transportadores ficam obrigados: a estacionar as caçambas em conformidade com a regulamentação específica, a utilizar dispositivos de cobertura de carga em caçambas metálicas estacionárias ou outros equipamentos de coleta, durante o transporte dos resíduos;
- Quando operarem com caçambas metálicas estacionárias ou outros tipos de dispositivos deslocados por veículos automotores, a fornecer: aos geradores atendidos, comprovantes identificando a correta destinação dada aos resíduos coletados, e aos usuários de seus equipamentos, documento simplificado de orientação, com: instruções sobre o posicionamento da caçamba e volume a ser respeitado; tipos de resíduos admissíveis; prazo de utilização da caçamba;



proibição de contratar os serviços de transportadores não cadastrados; penalidades previstas em lei e outras instruções que julgue necessárias.

➤ **Resíduos Agrossilvopastoris**

Referente aos resíduos agrossilvopastoris, o transporte deverá ser feito considerando o uso de EPI's adequados ao manuseio do produto, em locomoção adequada conforme a legislação vigente, deve observar se as embalagens dos produtos estão em bom estado de conservação e com rótulo e bula em condições legíveis, além de organizar as embalagens de forma segura prevenindo os riscos de acidentes.

Os usuários devem tentar acumular (observando sempre o prazo máximo de um ano da data da compra para a devolução ou de seis meses após o vencimento) uma quantidade de embalagens que justifique seu transporte (carga de 01 veículo) à unidade de recebimento.

As embalagens não devem ser transportadas junto com pessoas, animais, alimentos, medicamentos ou ração animal. Também não se deve transportar embalagens dentro das cabines dos veículos automotores. Embalagens vazias lavadas estão isentas das exigências legais e técnicas para o transporte de produtos perigosos. O veículo recomendado é do tipo caminhonete, onde as embalagens devem estar preferencialmente, presas à carroceria do veículo e cobertas. As embalagens de vidro deverão ser acondicionadas, preferencialmente, nas caixas de papelão originais, evitando-se assim, eventuais acidentes durante o transporte e descarga do material.



6.6. Critérios para pontos de apoio ao sistema na área de planejamento (apoio à guarnição, centros de coleta voluntária, mensagens educativas)

6.6.1. Apoio à guarnição

O Ministério do Trabalho e Emprego considera os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos realizados por trabalhadores como atividades insalubres, devido à exposição dos empregados a agentes nocivos à saúde, acima dos limites legais permitidos¹.

Segundo a Norma Regulamentadora nº 15 (NR 15), Anexo 14 – Agentes Biológicos:

Insalubridade de grau máximo Trabalho ou operações, em contato permanente com:

- Pacientes em isolamento por doenças infectocontagiosas, bem como objetos de seu uso, não previamente esterilizados;
- Carnes, glândulas, vísceras, sangue, ossos, couros, pelos e dejeções de animais portadores de doenças infectocontagiosas (carbunculose, brucelose, tuberculose);
- Esgotos (galerias e tanques); e
- Lixo urbano (coleta e industrialização)

Isto, somado ao fato de que serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos estão sujeitos à regra da continuidade, isto é, não podem parar e devem ser realizados a qualquer tempo (devido implicações à saúde pública), é justificável a necessidade de se observar as normativas existentes com mais cautela.

Observadas as Normas Regulamentadoras da Higiene e Segurança do Trabalho, destaca-se (com vistas a contribuir com os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos) a NR 24 - “Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho”.

Dentre as atividades de que trata a NR 24, tocante ao tema deste tópico destaca-se a “atividade com exposição a substâncias tóxicas, irritantes, poeiras ou substâncias que provoquem sujidade”, que é o caso, por exemplo, de varredores de

¹ NR 15 – “Atividades e Operações Insalubres” – Anexo nº 14 (Aprovado pela Portaria SSST nº 12, de 12 de novembro de 1979)



vias públicas e funcionários das frentes de trabalho como a coleta de resíduos, em aterros sanitários e de centrais de triagem.

Neste contexto, a NR 24 cita em linhas gerais que devem ser observadas nos locais de apoio à guarnição a existência de instalações sanitárias, vestiários, refeitórios, cozinhas, além das condições de higiene e conforto por ocasião das refeições.

Além disso, o pessoal que compõe a guarnição deverá se apresentar uniformizado, com roupas de cores vivas e chamativas, como medida preventiva de segurança. E cada guarnição deverá ter um líder a quem competirá a responsabilidade sobre a operação de coleta, bem como eventuais problemas não rotineiros.

6.6.2. Centros de coleta voluntária

➤ Ecopontos ou Pontos de Entrega Voluntária (PEVs)

Os ecopontos são áreas licenciadas para transbordo e triagem de pequeno porte, destinada ao recebimento de pequenas quantidades de resíduos volumosos: resíduos da construção civil, podas e ainda materiais recicláveis como pneus. Não existem Ecopontos no município de Esperantina – TO. Nesse sentido faz-se necessário a implantação de Ecopontos no município para atender a demanda de geração desses resíduos.

Uma rede bem dimensionada e implantada de ecopontos auxilia diretamente nos programas de coleta seletiva, proposto por este planejamento, operado tanto por catadores ou funcionários do sistema de coleta de resíduos, reduzindo os custos de coleta e favorecendo a logística do processo.

Para a implantação de Ecopontos no município de Esperantina – TO deve-se considerar a NBR 15.112/2004 (ABNT), que traz como critérios e aspectos técnicos norteadores os itens a seguir.

- Isolamento da área através de cercamento do perímetro da área de operação, de maneira a controlar a entrada de pessoas e animais;



- Identificação visível e descritiva das atividades desenvolvidas;
- Equipamentos de proteção individual, proteção contra descargas atmosféricas e de combate a incêndio;
- Sistemas de proteção ambiental, como forma de controlar a poeira, ruídos;
- Sistemas de drenagem superficial e revestimento primário do piso das áreas de acesso, operação e estocagem, utilizável em qualquer condição climática.

A quantificação mensal e acumulada de cada tipo de resíduo recebido e a quantidade e destinação dos resíduos triados são importantes condicionantes para operação e funcionamento apresentadas para um Ecoponto pela NBR 15.112/04 (ABNT). Ainda, destacam-se as seguintes diretrizes de operação citadas pela NBR 15.112/04 (ABNT):

- Restrição de recebimento de cargas de resíduos da construção civil constituídas predominantemente por resíduos de classe D;
- Triagem, classificação e acondicionamento em locais diferenciados de todo o resíduo recebido; destinação adequada dos rejeitos;
- Evitar o acúmulo de material não triado;
- Resíduos volumosos devem ter como destino a reutilização, reciclagem, armazenamento ou disposição final.

Para aumentar a eficiência dos ecopontos a gestão municipal deve incentivar a entrega voluntária dos resíduos pelos geradores e coletores de pequenos volumes, bem como promover a participação de instituições locais, tais como escolas e associações de moradores, contribuindo com a educação ambiental.



➤ Locais de Entrega Voluntária (LEV's)

Os Locais de Entrega Voluntária (LEV's), diferente dos ecopontos, são um conjunto de recipientes direcionados para resíduos não volumosos, como por exemplo, recolhimento de resíduos passíveis de logística reversa, como os eletrônicos (pilhas e baterias), óleo de cozinha, medicamentos, papelão, alumínio e outros. Funcionado de maneira complementar e similar aos ecopontos em proporção menor utilizando de conjunto de recipientes devidamente identificados para o depósito de resíduos segregados pelos próprios geradores.

Essas unidades são instrumentos indispensáveis para o alcance dos objetivos e diretrizes da Política Nacional dos Resíduos Sólidos por facilitarem o acesso da comunidade a prática da coleta seletiva. O princípio é fazer da coleta seletiva e da reciclagem um compromisso conjunto do governo municipal e da sociedade.

Diante disso, propõe-se para Esperantina – TO implantá-los no seu território municipal. Estas unidades de pequeno porte devem ser instaladas em pontos estratégicos do município, em geral locais com grande fluxo de pessoas, e que possui aglomeração dos comércios, e de fácil acesso o recolhimento dos resíduos.

A Resolução CONAMA nº 275/2001, apresentada a seguir, expõe os padrões para identificação destes recipientes de acordo com o material que se pretende receber na localidade.

- Azul: papel/papelão;
- Vermelho: plástico;
- Verde: vidro;
- Amarelo: metal;
- Preto: madeira;
- Laranja: resíduos perigosos;
- Branco: resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde;
- Roxo: resíduos radioativos;
- Marrom: resíduos orgânicos;



- Cinza: resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação;

Para um bom dimensionamento físico dos LEVs devem ser considerados fatores como:

- Tipo de resíduos gerados na área de abrangência;
- Disponibilidade e frequência com que se realizará a coleta. Com vistas à facilidade de manutenção e conservação da unidade, recomenda-se que a unidade seja protegida da chuva.

Outro aspecto técnico a ser observado é referente à abertura do recipiente para o descarte do resíduo, que deve estar a uma altura compatível com o público alvo da localidade instalada. Em situações onde o público alvo é predominantemente infantil (escolas, por exemplo), estas aberturas devem estar a uma altura reduzida.

Para ajudar a população a depositar corretamente os resíduos nos diferentes recipientes é recomendada a utilização de recipientes construídos com telas metálicas que possibilitam a visualização de seu conteúdo. Dessa forma, inibe-se a disposição inadequada dos resíduos.

Para este fim, propõe-se a instalação dessas unidades em unidades públicas de Esperantina – TO, como por exemplo como na Escola Municipal Boas Novas, Escola Municipal Nova União, Colégio Estadual Maria Joaquina da Silva, Praça Araguaia, Prefeitura Municipal e estabelecimentos comerciais, devendo ser realizada a coleta seletiva pelo menos 01 (uma) vez por semana nestes locais para evitar acúmulo de materiais.

A instalação destas estruturas em Esperantina – TO deverá ocorrer para auxiliar na coleta seletiva e despertar a conscientização ambiental da população.



6.6.3. Mensagens educativas – Educação e conscientização ambiental

Como um dos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos e como parte do conteúdo exigido nos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, conforme a Lei Federal 12.305/2010 deverá ser empregada ações de educação ambiental com foco na não geração, na redução, na reutilização e na reciclagem de resíduos sólidos.

Buscando a conscientização da população de Esperantina – TO a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo com o apoio da Secretaria Municipal de Educação é proposto à intensificação de campanhas educativas nas escolas, nos comércios e nos órgãos públicos, com o intuito de atingir toda a população.

Já existem campanhas de educação ambiental realizadas pela Secretaria de Meio Ambiente e Turismo e de Educação, porém é necessária a intensificação das mesmas, com o intuito de formar cidadãos conscientes e agentes de mudança frente às questões ambientais, principalmente no que se refere aos resíduos sólidos e seus impactos ao meio ambiente e à saúde pública.

As campanhas devem ocorrer através de reuniões públicas e até mesmo com a distribuição de cartilhas educativas, e confecção de materiais gráficos permanentes implantados em áreas com aglomerados populacionais (feiras, praças, escolas, Prefeitura Municipal), demonstrando a importância da não geração, da redução, da reutilização e da reciclagem de resíduos sólidos.



6.7. Descrição das formas de participação da prefeitura na coleta seletiva e na logística reversa (art. 33/lei nº 12.305/2010) e outras ações de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos

6.7.1. Participação do poder público na coleta seletiva

A coleta seletiva no município de Esperantina – TO deverá acontecer para garantir que os resíduos gerados sejam corretamente segregados, os resíduos passíveis de reciclagem possam ser reciclados, os resíduos orgânicos possam ser encaminhados para a compostagem, os perigosos para um aterro de resíduos perigosos ou outro fim devidamente correto e os rejeitos encaminhados ao aterro sanitário ambientalmente adequado.

O município deve participar de forma direta na coleta seletiva, disponibilizando nos órgãos públicos coletores de coleta seletiva, contendo as separações de acordo com os resíduos vidros, papeis, metais, plásticos, não recicláveis e orgânicos e a padronização da simbologia específica determinada pela NBR 13230/2008 que normativa embalagens e acondicionamento de plásticos recicláveis – identificação e simbologia.



Figura 14: Simbologia e cores de identificação de coletores de coleta seletiva.

Fonte: ABNT NBR 13230/2008

Além de disponibilizar coletores nos órgãos públicos, a gestão municipal deve incentivar os comerciantes a implantar a coleta seletiva, podendo realizar incentivos econômicos àqueles que adotam essa prática, bem como aos consumidores.

Quanto aos incentivos, a Prefeitura Municipal possui a cobrança de IPTU, podendo o incentivo ser um desconto (%) nesse imposto municipal ou até mesmo sua isenção.

É de responsabilidade do titular dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, estabelecer o sistema de coleta seletiva, desde o acondicionamento, citado anteriormente por meio da identificação dos coletores, até a destinação final. Portanto, é necessário que seja estabelecido o incentivo de criação de associações de recicladores ou o estabelecimento de termos de parceria com recicladores de cidades vizinhas, sendo indispensável para a implantação desta logística a destinação final ambientalmente adequada.



É necessário que o poder público municipal instaure inicialmente a forma de destinação final a ser adotada na coleta seletiva, se associação de recicladores local ou de outra região, de forma que o desvio dos resíduos seja feito de forma efetiva.

O fato de aplicar a coleta seletiva e não promover a destinação final ambientalmente adequada, desmotiva os adeptos e promove um impacto negativo a educação ambiental realizada para conscientização da comunidade.

Segundo o Art. 35 da Lei 12.305/2010, sempre que estabelecido o sistema de coleta seletiva pelo município, os consumidores são obrigados a acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados, e disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução.

6.7.2. Participação do poder público na logística reversa

A Lei 12.305/2010, em seu artigo 3º, apresenta a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos como um conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, para minimizar o volume dos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos. A Figura 15 mostra o fluxograma do funcionamento da logística reversa.



Figura 15 : Logística reversa e responsabilidade compartilhada
Fonte: MMA, 2014

São objetivos da responsabilidade compartilhada: redução da geração de resíduos sólidos, redução do desperdício de materiais, redução da poluição, redução dos danos ambientais e estímulo ao desenvolvimento de mercados, produção e consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis.

A responsabilidade compartilhada vai desde o fornecedor até o consumidor final, de forma que todos eles se tornam responsáveis pelo resíduo gerado, sendo que a logística reversa exerce papel de garantir que os produtos passíveis de logística reversa voltem ao seu fabricante restituindo os resíduos ao setor produtivo para reaproveitamento em seu ciclo, em outros ciclos produtivos ou ainda em destinação final ambientalmente adequada.

De acordo com o Artigo 33 da Lei 12.305/2010 os fabricantes são obrigados a estruturar e implementar sistema de logística reversa mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, os fabricantes, distribuidores e comerciantes de: Agrotóxicos (resíduos e embalagens), pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes (seus resíduos e suas embalagens), lâmpadas fluorescentes (de vapor de sódio e de luz mista) e produtos eletroeletrônicos e seus componentes, conforme se observa na Figura 16 a seguir.



Figura 16: Produtos com logística obrigatória reversa obrigatória
Fonte: Brasil, 2010.

A responsabilidade da implantação da coleta seletiva é do município e a responsabilidade da logística reversa é compartilhada entre os consumidores e fabricantes. Sendo assim, por intermédio de um acordo setorial entre os fabricantes e a Administração Municipal de Esperantina – TO, o município pode auxiliar na logística reversa, como por exemplo: implantando pontos de coleta desses resíduos, disponibilizando uma área para armazenamento temporário, incentivando a população por intermédio de campanhas para a disseminação da importância da devolução dos resíduos passíveis de logística reversa entre outros.

Portanto, os acordos setoriais servem para promover o trabalho conjunto entre município e fornecedor para a conscientização da população sobre a destinação adequada dos resíduos e rejeitos gerados. Garantindo que os resíduos de logística reversa possam retornar ao fabricante.

6.7.3. Participação do poder público no controle e fiscalização da coleta seletiva e logística reversa

Como forma de auxiliar o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização dos sistemas de logística reversa previstos no art. 33, a Prefeitura Municipal deve incluir/designar na sua Estrutura Organizacional no item quadro de funcionário da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo o cargo de Fiscal Ambiental.

O fiscal ambiental terá como função a fiscalização dos comércios passíveis de logísticas reversa, utilizando-se de visitas semanais para controle das atividades e solicitação de documentação que comprove a implementação da logística reversa.

A documentação a ser exigida é o registro de entrega dos materiais ao fornecedor originário da compra, para fins de comprovação do retorno desse material.

O fiscal ambiental também fiscalizará a separação dos resíduos destinados a coleta seletiva, desde o acondicionamento, coleta, transporte e destinação final, garantindo que os resíduos coletados estejam alcançando a destinação final ambientalmente adequada. Para isso, o fiscal deve realizar relatório fotográfico mensal da coleta e destinação final, bem como solicitar documento que comprove a destinação dos resíduos a reciclagem.

6.7.4. Identificação dos geradores sujeitos à logística reversa na forma do art. 33

No município de Esperantina – TO, são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os comerciantes a seguir.

Quadro 36: Identificação e tipificação de alguns dos grandes geradores de resíduos sólidos urbanos em Esperantina – TO

Grandes geradores de resíduos	Estabelecimentos	Produto comercializado passíveis do Art. 33
Comércio de eletrônicos	JF Celular	Produtos eletroeletrônicos e seus componentes;
Borracharia e Comércio Automobilístico	-	Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens, e pneus
Estabelecimentos Comerciais de	Supermercado Big Ofertas	Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio, mercúrio e de luz mista e Pilhas e Baterias
	Supermercado Galvão	
	Comercial Norte Sul	
	Comercial Santos	
Postos de Combustíveis	Auto Posto do Bico	Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens.
	Auto Posto do Bico II	
Casa Agropecuária	Casa do Norte Agropecuária	Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens e resíduos perigosos.

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

6.8. Identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos a plano de gerenciamento específico nos termos do art. 20

O art. 20 da Política Nacional de Resíduos Sólidos obriga a elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos específico para os geradores de resíduos sólidos dos serviços públicos de saneamento, resíduos industriais (resíduos nos processos produtivos e instalações industrial), resíduos de serviço de saúde e resíduos de mineração. Além desses, todos os estabelecimentos que:

- Gerem resíduos perigosos ou gerem resíduos que não seja perigoso, mas por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal;
- As empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama;
- Os geradores de resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- Os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo órgão competente do Sisnama, do SNVS ou do Suasa



No município de Esperantina – TO, tem os seguintes geradores de resíduos obrigados a elaborar o Plano de Gerenciamento Específico de Resíduos Sólidos:

- Unidade Básica de Saúde Manoel Falcão Diniz;
- Unidade de Saúde da Família;
- Unidade de Saúde da Família Vila Tocantins;
- Farmácia Moraes;
- LAB Fonseca;
- Droga Torres.

Os planos devem ser elaborados em consonância com o Art. 21 da Política Nacional de Resíduos Sólidos que estabelece o conteúdo mínimo admitido nos planos de gerenciamento específico.

No caso das Unidades Básicas de Saúde, além do Art. 21 deve ser observada as diretrizes contidas da Resolução RDC 222/2018 que regulamenta as boas práticas de gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde.

Quanto aos resíduos provenientes dos serviços de saúde, é de extrema importância a realização de um adequado gerenciamento a fim de neutralizar os possíveis riscos à saúde pública e também ao meio ambiente.

A estimativa da geração dos Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) por serem bastante variável levou em consideração a realidade atual do município de Esperantina – TO de 03 (três) estabelecimentos de saúde atuando como Unidade Básica de Saúde.

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2019) o Estado do Tocantins apresenta um per capita de geração de RSS 0,48 kg/hab.ano, ou seja, 0,001315 kg/hab.dia. Com isso, considerando a população total estimada em 11.238 habitantes em 2020, tem-se uma estimativa de geração de 14,78 kg/dia, enquanto que, considerando a taxa de crescimento 2,20% a.a para a população total, tem-se uma produção estimada no final de plano de 28,38 kg/dia, ou seja, 10,36 t/ano, conforme apresentado anteriormente na projeção de resíduos por tipo.



Quanto às farmácias, segundo estudo realizado pela Universidade Federal de Pernambuco, farmácias e estabelecimentos de pequeno porte possui geração de resíduos de saúde abaixo de 50 kg/mês (FEEBURG JUNIOR, 2007).

6.9. Identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, identificando as áreas com risco de poluição e/ou contaminação

O gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos envolve diversas etapas, sendo a disposição final, a última desse processo. Existem basicamente três formas de disposição final no solo, sendo duas inadequadas (vazadouro a céu aberto e aterro controlado) e uma adequada (aterro sanitário).

A forma correta de dispor os resíduos sólidos urbanos é em aterros sanitários, cuja construção, operação (e encerramento) baseiam-se em critérios de engenharia e normas operacionais específicas (IPT/CEMPRE, 2000).

O município de Esperantina – TO atualmente dispõe os resíduos sólidos gerados no município em Lixão Municipal, localizado às margens de estrada vicinal próximo à rodovia estadual TO-201, sob as coordenadas geográficas UTM 22 M 778535.21 m E; 9409131.35 m S.

Nesse sentido, faz-se necessário a desativação do Lixão municipal e a recuperação da área degradada, assim, como a definição do local para disposição ambientalmente adequada dos resíduos gerados no município de Esperantina – TO.

Para isso, elenca-se duas alternativas para a regularização da disposição dos resíduos sólidos para o município de Esperantina, a saber:

- Desativação do Lixão Municipal, Recuperação da área degradada, e Implantação de Aterro Sanitário Municipal;
- Desativação do Lixão Municipal, Recuperação da área degradada e Formulação de Consórcio Intermunicipal com os municípios de Augustinópolis, Carrasco Bonito, Axixá do Tocantins, São Sebastião, Buriti do Tocantins,

Araguatins, Praia Norte e Sampaio, tendo o município de Augustinópolis como sede do consórcio.

Ressalta-se que, para ambas alternativas torna-se mais viável a aquisição de caminhão compactador para o município de Esperantina – TO, visto que, o volume de resíduos compactados torna-se menor quando comparado ao volume de resíduos soltos (Figura 17/Figura 27).

Se tratando da realidade do município de Esperantina – TO, atualmente tem-se uma produção de resíduos sólidos urbanos (RSU) na faixa de 12,71 m³/dia, considerando a densidade de resíduos sólidos soltos de 0,25 t/m³.

Entretanto, caso a coleta dos RSU fosse realizada por meio de caminhão compactador, a densidade do resíduo compactado seria de 0,6 t/m³, considerando a produção atual de 3,18 t/dia, esse volume seria de 5,3 m³/dia.

Considerando o final de plano do presente planejamento, produção de 6,96 t/dia, tem-se que o volume diário será de 27,84 m³/dia para os resíduos soltos, considerando a densidade de 0,25 t/m³ conforme determinado no Volume I, e para os resíduos compactados será de 11,6 m³/dia, sendo mais adequado para o município, portanto, a aquisição de um caminhão compactador de 15 m³.

Caminhão basculante	Caminhão compactador
	
- Maior volume em m³ de resíduos sólidos - Menor vida útil para o Aterro Sanitário - Maior número de viagens em caso de solução consorciada	- Menor volume em m³ de resíduos sólidos - Maior vida útil para o Aterro Sanitário - Menor número de viagens em caso de solução consorciada

Figura 17: Estudo comparativo entre os veículos basculante e compactador.

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

➤ Solução Municipal Individual

A solução individualizada refere-se à implantação e operação de um Aterro Sanitário através de uma gestão individual. No caso do município de Esperantina – TO, para esta alternativa considera-se as seguintes ações: recuperação das áreas degradadas referentes ao lixão municipal, e compra de área para implantação e funcionamento do Aterro Sanitário Municipal (Figura 18).

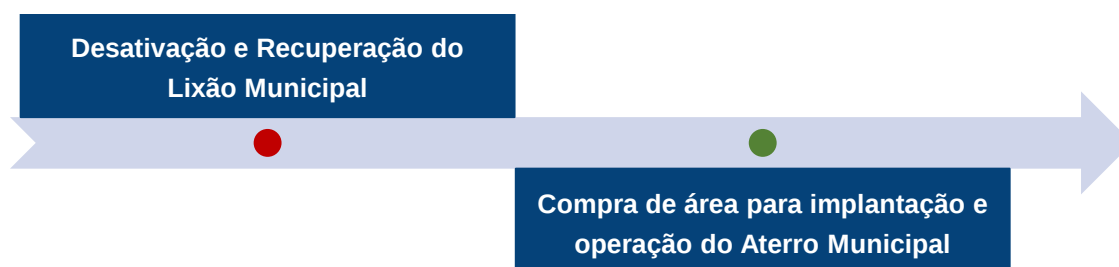


Figura 18: Ações para solução municipal individual para o município de Esperantina – TO
Fonte: Sonne Engenharia, 2020

Para a recuperação das áreas degradadas, faz-se necessário a elaboração de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD e a partir dele será traçado um modelo de recuperação. A partir do modelo adotado para a recuperação da área, será possível avaliar os possíveis custos envolvidos, os quais estão relacionados ao nivelamento do terreno/reconformação topográfica, compra e plantio de mudas, delimitação/identificação da área e instalação de placas de sinalização ao longo da área.

Em relação à implantação do Aterro Sanitário Municipal, deverão ser realizadas ações objetivando dispor de forma ambientalmente correta os resíduos gerados no município de Esperantina – TO, estabelecendo condições ambientais, sanitárias e estruturais adequadas ao funcionamento do Aterro Sanitário.

Esta etapa possui os seguintes objetivos específicos:

- Instalação da Infraestrutura física do Aterro Sanitário;
- Capacitação técnica da equipe de operação do aterro/limpeza urbana;
- Licenciamento Ambiental no Naturatins e Operação do Aterro Sanitário;
- Implantação de sistema de coleta seletiva e gestão de resíduos domiciliares;

- Realização projetos de conscientização da comunidade para a destinação correta dos resíduos.

Para a alternativa de implantação de Aterro Sanitário no município de Esperantina – TO é necessário a seleção de área para tal finalidade, que depende de diferente fatores e condicionantes, como por exemplo, a minimização do impacto ambiental causado pelo aterro, maximização da aceitação pela população, área de acordo com o zoneamento da região e longa vida útil, necessitando do mínimo de obras para início de operação, conforme indica a NBR 13896/1197. Sendo assim, o Quadro 37 a seguir apresenta aspectos técnicos, os quais devem ser considerados na definição de áreas para implantação de aterros sanitários.

Quadro 37: Critérios considerados adequados para a escolha da área para a instalação de aterro sanitário

Dados necessários	Classificação das áreas		
	Recomendada		
	Sim	Com restrições	Não
Vida útil	Menor que 10 anos	Maior que 10 anos ou a critério do órgão ambiental	Maior que 10 anos sem aprovação formal do órgão ambiental
Distância do centro atendido: 5-10 km	Menor que 10 km	10 – 20 km	Maior que 20 km
Zoneamento ambiental	Áreas sem restrições		Unidades de conservação ambiental e correlatas
Densidade populacional do entorno	Baixa	Média	Alta
Uso e ocupações das terras	Áreas devolutas pouco valorizadas		Ocupação intensa
Valor da terra	Baixo	Médio	Alto
Aceitação da população e ONG's	Boa	Razoável	Inaceitável
Distância com relação aos cursos d'água	Maior que 200 m	Menor que 200 m, com aprovação do órgão ambiental	Menor que 200 m, sem a aprovação específica do órgão ambiental
Profundidade do lençol freático medido durante a época de maior precipitação pluviométrica da região	≥ 8 m	De 5 m a 8 m	< 5 m
Características do solo	Composição predominantemente argilosa, o mais impermeável e homogêneo possível	Composição de solo areno-argiloso a vermelho álco.	Solos arenosos e solos rochosos e com grandes quantidades de pedras
Distâncias de aeródromos (Resolução Conama nº 04/1995)	Raio de 20 km para aeroportos que operam de acordo com as regras de voo por instrumento (IFR); e raio de 13 km para os demais aeródromos		Raio < 13 km (restritivo)
Condições de vias de acesso	Acessível em quaisquer condições climáticas Disponibilidade de implantação de sistema de controle de acesso de veículos, pessoas não autorizadas e animais, sob vigilância contínua		Acessos que atravessem ou mesmo que tangenciem núcleos habitacionais rurais

Fonte: MMA, 2007; IPT/CEMPRE, 2010.

Nessa conjuntura, apresenta-se a seguir uma área indicada para a implantação de Aterro Sanitário no município de Esperantina – TO. A área selecionada levou em consideração os aspectos físicos, ambientais e sociais, sendo então definida uma área às margens da TO – 201, distante cerca de 4 km da área urbana do município, estando situado sob as coordenadas geográficas 22 M 776862.53 m E; 9409612.09 m S (Figura 19).



Figura 19: Alternativa de área para localização do local de disposição dos resíduos sólidos de Esperantina – TO

Fonte: Sonne Engenharia, 2020

A área indicada possui 8,0 ha e dista cerca de 4,0 km da zona urbana do município, possuindo fácil acesso através da rodovia estadual TO-201. O corpo hídrico mais próximo está a 550 metros, e está distante de aglomerações residenciais, não tendo, portanto, reações contrárias por parte de segmentos sociais em relação a sua instalação e operação.

Outro fator positivo inerente ao local associa-se, portanto, ao relevo aplainado com baixa declividade, o que possibilita e favorece as operações de movimentação de resíduos e solos, além de oferecer condições menos críticas para

os sistemas de drenagem e menor susceptibilidade à erosão. Born (2013) reforça afirmando que quanto menor for a declividade da área em análise, mais apta ela será para a implantação de um aterro sanitário.

Além disso, a área encontra-se distante de áreas especiais de proteção, e possui solo caracterizado pela remoção quase total da cobertura vegetal nativa, resultante do intenso processo de antropização da área e do entorno.

Considera-se essa área como sendo potencialmente favorável à implantação de aterro sanitário, restando dimensioná-la quanto à real extensão aproveitável e às limitações impostas pela ausência de análises técnicas específicas relacionadas à geologia local, tipo de solo, permeabilidade, nível do lençol freático entre outros.

➤ **Solução Consorciada**

A solução compartilhada consiste no cenário em que mais de um município utiliza a mesma estrutura de destinação final. Para esta alternativa considera-se a formulação de um Consórcio Intermunicipal com os municípios de Augustinópolis, Carrasco Bonito, Axixá do Tocantins, São Sebastião, Buriti do Tocantins, Araguatins, Praia Norte e Sampaio, tendo o município de Augustinópolis como sede do consórcio (Figura 20).



Figura 20: Ações para solução consorciada para o município de Esperantina – TO
Fonte: Sonne Engenharia, 2020

De acordo com o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Tocantins (PERS-TO, 2017) o que se tem atualmente trata-se de um “arranjo territorial”, sendo necessário, portanto, articulação entre as Prefeituras para formação do possível Consórcio Intermunicipal entre os municípios supracitados, o qual teria Augustinópolis – TO como município sede, que encontra-se distante cerca de 80,5 km do município de Esperantina – TO, tendo como interligação a rodovia estadual TO – 201 (Figura 21).

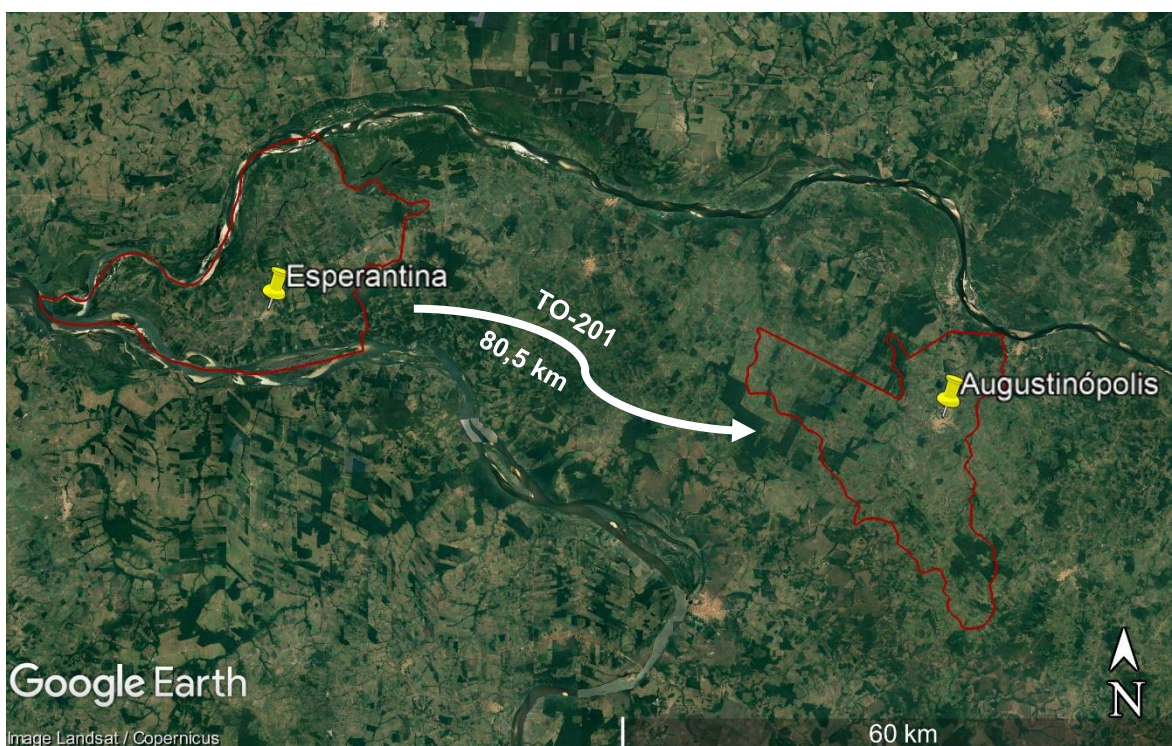


Figura 21: Alternativa da solução consorciada tendo destinação final o Aterro Sanitário em Augustinópolis – TO

Fonte: Sonne Engenharia, 2020

Conforme o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Tocantins (PERS-TO, 2017) o aterro sanitário de Augustinópolis – TO, encontrava-se em construção, tendo uma área total de oitenta mil metros quadrados, e estava sendo realizada com recursos da FUNASA, sendo previsto um investimento na ordem de R\$ 2.041.900,00 (dois milhões, quarenta e um mil e novecentos reais), incluindo a contrapartida do município. Entretanto, o Aterro Sanitário de Augustinópolis ainda não foi implantado, não estando, portanto, em fase de operação. Espera-se que



com a conclusão das obras, regularização ambiental e operação do Aterro Sanitário em Augustinópolis – TO, o acordo entre os municípios torne-se mais provável de ser firmado.

Nesse sentido, considerando esta configuração para a destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) do município de Esperantina – TO, considera-se duas situações: a primeira, considerando o transporte e a destinação final dos RSU sob responsabilidade de empresa terceirizada (caso a operação do Aterro Sanitário seja terceirizada) e a segunda, considerando o transporte dos RSU sob responsabilidade da Prefeitura Municipal de Esperantina e a destinação final sob responsabilidade de empresa terceirizada (caso a operação do Aterro Sanitário seja terceirizada ou da Prefeitura Municipal de Augustinópolis (caso a operação do Aterro Sanitário seja de responsabilidade do município).

Quadro 38: Análise das duas situações abordadas para a solução consorciada

Situação 01 – Transporte ao futuro Aterro Sanitário de Augustinópolis – TO sob responsabilidade da empresa terceirizada (caso a operação do Aterro seja terceirizada)	
Veículo disponível atualmente	Caminhão basculante e caminhão carga seca
Resíduos gerados semanalmente no município de Esperantina (t/semana)	23,76 t/semana
Volume de resíduos soltos (considerando peso específico de 0,25 t/m ³)	95,04 m ³ /semana
Volume de resíduos compactados (considerando peso específico de 0,60 t/m ³)	39,6 m ³ /semana
Tipo de Unidade de Transbordo	Unidade de Transbordo com fosso de acumulação
Maquinário necessário para a Unidade de Transbordo	Escavadeira hidráulica
Situação 02 – Transporte ao futuro Aterro Sanitário de Augustinópolis – TO sob responsabilidade da Prefeitura Municipal de Esperantina – TO	
Resíduos gerados semanalmente no município de Esperantina (t/semana)	23,76 t/semana
Volume de resíduos soltos (considerando peso específico de 0,25 t/m ³)	95,04 m ³
Volume de resíduos compactados (considerando peso específico de 0,60 t/m ³)	39,6 m ³
Veículo necessário	Caminhão roll-on/roll-off com caçamba de 40 m ³
Quantidade de viagens necessárias considerando o volume de resíduos soltos	03 viagens (para realizar uma viagem ao futuro Aterro Sanitário de Augustinópolis)
Quantidade de viagens necessárias considerando o volume de resíduos compactados	01 viagem (para realizar uma viagem ao futuro Aterro Sanitário de Augustinópolis)
Tipo de Unidade de Transbordo	Unidade de Transbordo sem fosso de acumulação de transferência direta

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

De acordo com Pinheiro e Ferreira (2017) o gerenciamento dos serviços de coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos trata-se de uma tarefa formada por diferentes etapas que carregam em si grande variabilidade, refletindo nos custos envolvidos no processo.

De modo geral, na definição de custos de coleta de RSU pode-se adotar a seguinte subdivisão:

- custos variáveis: são aqueles que mudam em função da quilometragem percorrida pela frota de veículos. São subdivididos em combustíveis, lubrificantes, rodagem (quilometragem) e peças (acessórios);

- custos fixos: são gastos que independem da quilometragem percorrida, em seu cálculo estão incluídos os custos do capital (depreciação e remuneração). As despesas com pessoal e as administrativas também devem ser consideradas.

Para a primeira situação em que a responsabilidade do transporte e destinação final é da empresa terceirizada, caso a operação do Aterro Sanitário de Augustinópolis – TO seja de empresa terceirizada, faz-se necessário a implantação de uma Unidade de Transbordo do tipo com fosso de acumulação, classificação referente quanto ao tipo de armazenagem, conforme NBR 13463/1995 (Figura 22).



Figura 22: Esquema de modelo de Unidade de Transbordo com sistema de fosso simples e carga com escavadeira hidráulica

Uma vez que, a coleta municipal de Esperantina – TO ocorre durante todos os dias da semana, e o transporte ao Aterro Sanitário de Augustinópolis – TO ocorreria em um intervalo de tempo maior, como por exemplo 01 (uma) vez por semana (a ser combinado com a empresa terceirizada), para essa primeira situação a Unidade de Transbordo deveria conter um fosso de acumulação em nível inferior ao nível do solo, impermeabilizado, sem riscos de contaminação do solo ou da água subterrânea. Esse fosso de acumulação reduziria os custos com transporte até o Aterro Sanitário de Augustinópolis – TO, entretanto, para a operação da Unidade de Transbordo seria necessário aquisição ou locação de escavadeira hidráulica.

Para a segunda situação, em que o transporte até o futuro Aterro Sanitário em Augustinópolis – TO seria responsabilidade da Prefeitura Municipal de Esperantina – TO, considera-se a implantação de Unidade de Transbordo simplificada sem fosso de acumulação, que deve conter no mínimo:

- Pátio de manobras: o piso dos pátios de manobras dos veículos coletores para descarga e dos veículos transportadores deverá ser pavimentado com asfalto ou concreto, para possibilitar as descargas com qualquer tipo de clima e para evitar a contaminação do solo no caso de acidentes com derramamento de resíduos ou líquidos lixiviados.
- Drenagem do pátio de drenagem: a drenagem dos pátios de manobras deverá ser independente das demais e deverá ser conduzida até um sistema de tratamento de águas de lavagem.
- Sistema de tratamento das águas de lavagem do pátio de manobras: deverá ser projetado um sistema de tratamento de águas de lavagem do pátio de manobras, que poderá ser composto por um sistema tipo fossa/filtro para um tempo de detenção hidráulica mínimo de 24 horas, precedido de um tratamento preliminar composto por um sistema de gradeamento.
- Drenagem pluvial: o sistema deverá ser projetado para coletar e conduzir as águas pluviais, que forem captadas fora do pátio de manobras, até os sistemas naturais hídricos ou galerias pluviais. Deverá ser composto por canais escavados no solo, canaletas de concreto, tubulações de concreto ou PVC, galerias, bueiros e dissipadores de energia. Poderá ser utilizado o método racional para o dimensionamento das unidades para a chuva de projeto de 10 anos de tempo de retorno.
- Infraestrutura: projeto deverá prever o cercamento, placas de identificação, um escritório administrativo, sanitários (masculino e feminino), guaritas para os vigilantes, estacionamento.
- Equipamentos operacionais, que deverão ser identificados de acordo com a necessidade de operação da unidade.

O modelo de Unidade de Transbordo recomendado para implantação nesta segunda situação é o apresentado na Figura 23 onde a transferência dos resíduos entre caçambas ocorre pela ação da gravidade por meio do desnível entre os pátios de carga e descarga de resíduos. Esta modalidade é chamada de “transferência direta” ou “simples transferência”, uma vez que não ocorre a compactação, apenas a compactação prévia no caminhão compactador, nem o armazenamento dos resíduos, como também não há necessidade do emprego de equipamentos para içamento de resíduos. Portanto, a Unidade de Transbordo de transferência direta é a modalidade de transbordo de RSU com menor custo de implantação e operação no sistema de gerenciamento de resíduos.

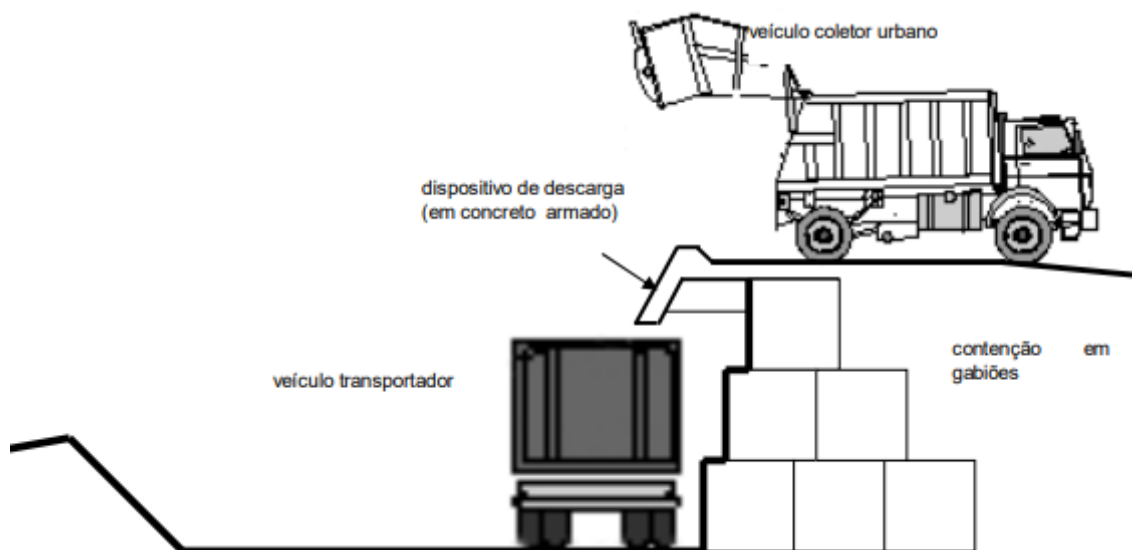


Figura 23: Seção transversal do modelo de Unidade de Transbordo simplificada por simples plataforma (descarga do veículo de coleta diretamente em veículos de grande capacidade)

Fonte: Ministério das Cidades, 2011

Tal como sugerido na seção transversal esquemática reproduzida na Figura 23, a estação de transbordo simplificada deverá restringir-se às instalações estritamente necessárias para possibilitar a transferência direta dos resíduos acumulados no veículo coletor urbano para o caminhão truck a ser utilizado no transporte desses resíduos até o aterro sanitário de Augustinópolis – TO.



A caçamba deverá ser mantida coberta com lona impermeável para evitar um incremento de líquido percolado devido às águas pluviais e para evitar o mau cheiro e prevenir possíveis quedas de resíduos no transporte.

A Unidade de Transbordo que consta na segunda situação, necessita que o município adquira ou alugue um Caminhão roll-on/roll-off com caçamba de 40 m³, considerando que atualmente por semana sejam coletados 23,76 t/semana, ou seja, 95,04 m³/semana para resíduos soltos, ou 39,6 m³/semana para resíduos compactados, tendo para duas situações: 02 (duas) viagens semanais considerando os resíduos soltos e 01 (uma) viagem semanal considerando os resíduos compactados.

6.10. Procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços, incluída a disposição ambientalmente adequada dos rejeitos

Os procedimentos operacionais e especificações mínimas deverão ser executados em conformidade com as particularidades e demais elementos técnicos constantes deste item, cujo objetivo é fornecer parâmetros e informações indispensáveis para aferição de metas e controle social dos serviços.

6.10.1. Coleta Convencional ou Regular

A coleta convencional ou regular consiste na coleta dos resíduos sólidos gerados em residências, estabelecimentos comerciais, industriais, públicos e de prestação de serviços, cujos volumes não ultrapassam 200 litros por dia ou 100 kg e possuem características de resíduos domiciliares, conforme classe II da NBR 10.004. Deste modo, são abordados procedimentos mínimos e especificações mínimas para os aspectos elencados (Figura 24).

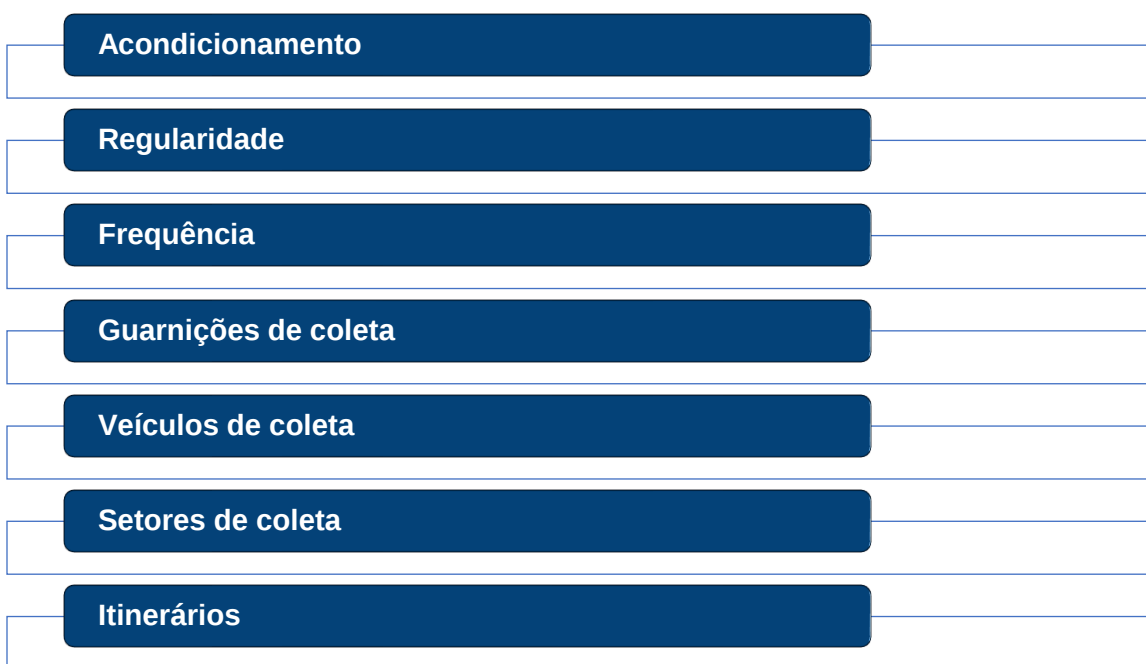


Figura 24: Aspectos da coleta regular abordados nos procedimentos e especificações mínimas
Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

➤ **Acondicionamento**

O adequado acondicionamento dos resíduos, propicia uma maior eficiência no procedimento de coleta e transporte com o aumento da produtividade dos coletores, minimiza os riscos de acidentes, de proliferação de vetores e os impactos visuais e olfativos.

O acondicionamento adequado dos resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de prestadores de serviço (RSDC) compete ao gerador e as atribuições de fiscalização, regulação e educação à administração pública.

Deste modo, os recipientes utilizados no acondicionamento devem obedecer a requisitos mínimos de funcionalidade e de higiene, devendo ter um aspecto que não o torne repulsivo ou desagradável. Poderão ser utilizados os recipientes reutilizáveis e/ou os descartáveis.

Os recipientes reutilizáveis (bombonas, tambores, contêineres, cestas metálicas, etc.) devem possuir um formato que facilite seu esvaziamento, sem aderência nas paredes internas e nos cantos, ser confeccionado em material



resistente e que evite vazamentos (plástico ou metal), ter alças laterais e tampas e capacidade máxima de 100 L, a fim de não dificultar a coleta.

Os recipientes devem ser elevados, não podendo ser vazados no fundo para que o chorume decorrente da decomposição dos resíduos não entre em contato com o solo.

Quanto aos recipientes descartáveis, os resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de prestadores de serviço devem ser acondicionados em sacos plásticos com capacidade volumétrica máxima de 100 L ou 40 kg, respeitando os padrões estabelecidos na NBR 9191/2008, e dispostos em lixeiras ou abrigo de resíduos.

Os locais em que se concentre uma grande geração de resíduos tais como condomínios, centros comerciais, estabelecimentos comerciais, supermercados, e outros, poderão adotar contêineres de maior capacidade, superior a 100 litros, com rodízios e que deverão ser basculantes, de modo a facilitar a coleta, desde que se conte com veículo coletor que possua dispositivo para basculá-los mecanicamente.

Nas vias públicas e áreas com grande circulação de transeuntes (região de comércio, próximos a órgãos públicos, praças, parques, etc.) deverão ser providenciados por parte dos proprietários coletores confeccionados em plásticos ou metálicos com identificação clara da categoria de resíduo que poderão ser armazenados. Recomenda-se que as lixeiras estejam distantes a cada 50 metros, ou na frente de seus respectivos comércios. Estes devem respeitar as tipologias sugeridas em instrumento de planejamento municipal.

Assim, apresentam-se de maneira sintética no Quadro 39 as formas de acondicionamento recomendadas para o município de Esperantina – TO.

Quadro 39: Formas de acondicionamento dos resíduos sólidos indicados

Pequeno Gerador de RSDC	Grandes Geradores de RSDC	Logradouros Públicos
Reutilizável: • Devem possuir um formato que facilite seu esvaziamento, sem aderência nas paredes internas e nos cantos; • Ser confeccionado em material resistente e que evite vazamentos (plástico ou metal); • Ter alças laterais e tampas; Capacidade máxima de 100 L	• Abrigo de resíduos • Contêineres basculantes com rodízios e capacidade superior a 100 L	• Coletores Públicos Padronizados; • Confeccionados em material plástico ou metálico; • Identificação clara da categoria de resíduos que poderão ser armazenados; • Instalado a cada 50 metros nos locais de grande circulação de pedestres.
Descartável: • Sacos plásticos com capacidade volumétrica máxima de 100 L dispostos em lixeiras.		

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

No que concerne aos coletores públicos, estes devem possibilitar a separação dos resíduos em seco (recicláveis) e úmidos (matéria orgânica e rejeitos), apresentar identificação clara de quais tipos de resíduos podem ser acondicionados e seguir uma padronização que facilite a coleta, preferencialmente de 50 litros.

A identificação de quais tipos de resíduos devem ser acondicionados é de grande importância para que não haja equívocos no momento do descarte pelos habitantes. Neste sentido, este elemento pode ser gravado diretamente no coletor ou através de adesivos, sendo apresentada uma recomendação do que deve conter.

Buscando a concretização da proposta, a Administração Pública deverá realizar campanhas de sensibilização para a adoção de locais adequados para o acondicionamento dos resíduos sólidos, os mesmos deverão ser disponibilizados somente no horário próximo a sua coleta.

➤ Regularidade, Frequência, Horários de coleta e Setores de Coleta

A coleta convencional de resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de prestadores de serviço deve ter a regularidade como um princípio, uma vez que, a eficiência da mesma está vinculada a este fator. Cumprir a regularidade estabelecida, promoverá aos cidadãos se habituar a dispor os resíduos somente nos dias e horários em que os veículos coletores irão passar, para tanto a população deve ser informada e orientada antecipadamente.

Desse modo, estabelece-se como frequência mínima de ao menos três vezes na semana para os imóveis localizados na sede municipal, sendo duas vezes na semana no Povoado Vila Tocantins devido à proximidade da sede municipal, e nas regiões mais esparsas a gestão pública deverá realizar no mínimo uma vez ao mês a coleta. Destaca-se que se for comprovada a inviabilidade econômico-financeira da coleta na área rural, a frequência poderá ser alterada, e solução coletiva de coleta e tratamento deve ser instalada no local.

No que tange aos horários da coleta convencional, recomenda-se que nas primeiras horas da manhã ou no período noturno seja efetuada a coleta na região central para evitar transtornos à comunidade, enquanto que nos bairros estritamente residenciais, a coleta deve ser realizada preferencialmente durante o dia, pois é mais econômica e permite a melhor fiscalização do serviço.

Caso opte-se pela coleta noturna, deverão ser consideradas algumas ações para evitar a perturbação da população pelos ruídos. Desta maneira, os funcionários deverão ser instruídos a não alterar as vozes durante a coleta, o motor não deve ser levado à alta rotação para apressar o ciclo de compactação, devendo existir um dispositivo automático de aceleração, sempre operante e devem ser priorizados os veículos modernos e silenciosos, assim reduzindo reclamações da população.

Nessa conjuntura, foram definidos as frequências e os períodos para a coleta convencional dos resíduos sólidos a partir dos tipos de área (Quadro 40).



Quadro 40: Frequência e períodos da coleta convencional por tipo de área

Tipo de área	Frequência	Período
Residencial	Alternada	Diurno
Comercial	Alternada	Diurno (primeiras horas da manhã)
Feiras, festas, eventos musicais, exposições, etc.	Conforme a demanda	Imediatamente após a realização do evento
Rural	Mínimo de uma vez por mês, salvo as ressalvas	Diurno

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.

➤ Guarnição de coleta

A guarnição de coleta consiste na equipe constituída por motorista, coletores e o veículo.

Nessa conjuntura, os funcionários do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos devem ter sua higiene e segurança assegurados pelo uso de equipamentos de proteção individual (EPI's) e por vacinas. Nesse sentido, a NBR 12.980/1993 estabelece como equipamentos mínimos de segurança os elencados na figura a seguir.

Coletor	Motorista
• Luva de raspa de couro; • Calçado com solado antiderrapante, tipo tênis; • Colete refletor para coleta noturna; • Camisa de brim ou camiseta, nas cores amarela, laranja ou vermelha; • Calça comprida de brim; • Boné de brim, tipo jôquei; • Capa de chuva, tipo morcego	• Calça com solado de borracha, antiderrapantes; • Blusa de brim; • Calça comprida de brim;

Figura 25 : Equipamentos mínimos de segurança para coletor de RSDC e para o motorista
Fonte: NBR 12.980 – ABNT, 1993.

O Poder Municipal que detêm a prestação do serviço de manejo dos resíduos deve dispor de um estoque contendo os equipamentos de EPI, estando estes à disposição dos servidores assim que necessitar. Propõe-se que no início de cada semana realize a verificação da condição dos instrumentos utilizados, bem como o uso destes pelos servidores. Esta ação permitirá realizar a troca rápida de dispositivos de segurança danificados, aumentando a segurança do trabalhador.

➤ **Veículos de coleta**

Para a coleta convencional de resíduos sólidos domiciliares, comerciais, coleta seletiva e de prestadores de serviço existem diversos tipos de veículos, porém predomina-se, basicamente, dois tipos de veículos coletores de resíduos sólidos: carrocerias sem compactador e carrocerias com compactador (Quadro 41).

Quadro 41: Tipos de carrocerias montadas sobre chassi de veículos

Carrocerias sem compactador	Carrocerias com compactador
Veículo com carroceria fechada, metálica, construído em forma de caixa retangular, com a parte superior abaulada, onde existem janelas providas de tampas corrediças pelas quais se efetua a carga dos resíduos, sem que eles sofram qualquer ação de compressão mecânica e cuja descarga se dá por basculamento da carroceria. A altura da borda, aproximadamente 1,80 m, exige grande esforço físico para elevar os resíduos e bascular os recipientes.	Veículo de carroceria fechada, contendo dispositivo mecânico ou hidráulico que possibilite a distribuição e compressão dos resíduos no interior da carroceria e sua posterior descarga. Demanda um investimento maior frente a outros tipos. Não podem ser empregados em outras atividades.

Fonte: Funasa, 2012.

Apesar de a manutenção ser mais complicada e o custo mais elevado de aquisição do caminhão compactador, este deve ser priorizado sempre que possível frente às vantagens obtidas:

- O volume de armazenagem é muito maior, o que evita fazer várias viagens ao local de disposição do resíduo;
- A estanqueidade do resíduo é total evitando sua visualização, queda espalhamento;



- O compartimento que possui para armazenagem de chorume ou líquidos percolados da massa de resíduo evita o derramamento dos mesmos nas vias públicas;
- O compartimento de carga é grande, permitindo a descarga de vários recipientes ao mesmo tempo. Esse compartimento é traseiro, proporcionando maior segurança à guarnição;
- A altura de carregamento encontra-se na linha de cintura dos garis o que facilita a operação.

Destaca-se que os veículos de coleta devem ter condições satisfatórias de uso, ou seja, não podem causar prejuízos à segurança e eficiência da coleta. Nesse sentido, devem ser realizadas manutenções preventivas e periódicas nos veículos de coleta. A NBR 12.980/1993 estabelece como equipamentos de segurança para veículo coletor os seguintes itens:

- Jogo de cones para sinalização, bandeirolas e pisca-pisca acionado pela bateria do caminhão;
- Duas lanternas traseiras suplementares;
- Estribo traseiro de chapa xadrez, antiderrapante;
- Dispositivo traseiro para os coletores de resíduos sólidos se segurarem;
- Extintor de incêndio extra com capacidade de 10 kg;
- Botão que desligue o acionamento do equipamento de carga e descarga ao lado da tremonha de recebimento dos resíduos, em local de fácil acesso, nos dois lados;
- Buzina intermitente acionada quando engatada a marcha ré do veículo coletor;
- Lanterna pisca-pisca giratória para a coleta noturna em vias de grande circulação.

Desta maneira, os referidos equipamentos devem acompanhar todos os veículos designados para a coleta de resíduos sólidos.

Atualmente, a coleta dos resíduos domiciliares é realizada por meio de caminhão basculante e carga seca (Figura 26), necessitando, portanto, a aquisição de caminhão compactador para maior eficiência do sistema de coleta dos resíduos sólidos, e maior produtividade e segurança dos funcionários.



Figura 26: Veículos de coleta dos resíduos domiciliares
Fonte: Prefeitura Municipal de Esperantina, 2020.

➤ **Disposição final ambientalmente adequada**

Almejando uma redução na destinação final dos resíduos sólidos urbanos para o aterro sanitário, deverão ser observadas atividades que potencializem a redução, a reciclagem e o tratamento.

Neste caso se buscará seguir os preceitos de tratamento dos resíduos orgânicos através da compostagem, o aumento na recuperação de materiais para reciclagem, sendo promovida uma coleta seletiva eficiente, e a disposição final em aterro sanitário tecnicamente e ambientalmente correto e viável dos rejeitos.

O espaço destinado à disposição final de rejeitos é o aterro sanitário. A estrutura física do aterro sanitário deve garantir que a integridade à saúde pública e a proteção ao meio ambiente não sejam ameaçadas pela disposição inadequada dos rejeitos, devendo seguir normas técnicas de construção e operação.

Para o município de Esperantina – TO, sugere-se para a destinação final ambientalmente adequada do rejeito, a desativação e regularização do Lixão Municipal e a implantação de um Aterro Municipal regularizado operando dentro das normativas ambientais ou a adesão de solução consorciada através de formulação de Consórcio Intermunicipal com os municípios Augustinópolis, Carrasco Bonito, Axixá do Tocantins, São Sebastião, Buriti do Tocantins, Araguatins, Praia Norte e Sampaio, tendo como sede do consórcio o município de Augustinópolis – TO. Para ambas as alternativas deve-se realizar estudo de viabilidade técnica, econômica e operacional.

6.10.2. Coleta Seletiva

A coleta seletiva é exclusiva de resíduos recicláveis. Esta coleta pode ser subdividida em diversas frentes, tais como:

➤ **Coleta Porta a Porta:** a mais comum e adotada, tendo apenas por barreira a questão de custos, considerando-se que há gastos exclusivos de transporte.

Como já citado, o poder público municipal deverá incentivar a população a realizar a separação dos materiais (secos e úmidos) para que haja maior eficiência

na coleta. A frequência da coleta deverá ser diária no período matutino na zona urbana. Os Povoados poderão ser atendidos pela coleta seletiva nos mesmos dias da convencional de RSU.

Como proposta pode-se incluir carroceria atrás do caminhão (Figura 27) como uma alternativa de baixo custo de implantação, e possibilita uma coleta seletiva mais eficiente, pois não necessita de novas rotas de coleta, da contratação de coletores e motoristas exclusivos para coleta seletiva, nem mesmo de outro caminhão específico para a coleta dos materiais recicláveis.



Figura 27: Caminhão coletor compactador adaptado para coleta de resíduos recicláveis
Fonte: Ministério Público Estado do Paraná, 2012

Além disso, esta opção ainda desperta o interesse e a conscientização da população que vislumbra a coleta sendo efetivamente realizada em duas frações.

Salienta-se que deverá ser utilizada uma carroceria fechada para proteger os materiais de intempéries, as demais especificações quanto às guarnições seguem a mesma especificada para a coleta convencional.

➤ Pontos de Entrega Voluntária Exclusivos: A coleta efetuada nestes pontos de entrega abrange resíduos específicos como recicláveis ou úmidos (por exemplo, embalagens longa vida e óleo de cozinha, respectivamente);

Estes pontos já foram citados anteriormente, são os LEV's e PEV's, locais e/ou pontos de entrega voluntária destinados ao recebimento de pequenos volumes de resíduos.



➤ Pontos de Entrega Voluntários associados com a Logística Reversa: A coleta efetuada nestes pontos de entrega abrange os resíduos especificados em lei, contemplados na Logística Reversa. Não necessariamente os custos desta coleta são de responsabilidade da administração pública.

Através de parcerias entre o setor comercial, industrial e Prefeitura deverão ser exercidas as coletas de materiais recicláveis e de logística reversa nos locais de geração, evitando que estes materiais sejam encaminhados ao aterro sanitário.

A frequência de coleta de recicláveis menos volumosos (papel, papelão, plástico) deverá ocorrer no período matutino, os materiais considerados de logística reversa são de responsabilidade dos produtores, distribuidores e consumidores, para que haja o ciclo de vida do material os produtores e distribuidores deverão criar pontos de recebimento destes materiais nos locais de distribuição e venda, com o apoio do poder público municipal deverão ser realizadas campanhas de conscientização incentivando a entrega dos materiais nos pontos de recebimento criados.

6.11. Previsão de eventos de emergência e contingência

As ações de respostas a emergências visam descrever as medidas e ações que devem ser adotadas para enfrentamento de situações atípicas no município de Esperantina – TO, para prevenir e reduzir os impactos quando da ocorrência de sinistros, acidentes e desastres naturais, conferindo maior segurança e confiabilidade operacional aos sistemas.

A definição de medidas e ações em resposta a situações de emergência estão estabelecidas no Quadro 42, onde estão contempladas as potenciais emergências, classificadas como situações adversas, com as medidas que devem ser adotadas em cada adversidade nos diferentes sistemas que integram o saneamento básico municipal de Esperantina – TO.

Recomenda-se também que os operadores dos serviços façam o registro das situações emergenciais com a avaliação crítica dos procedimentos sugeridos no

Quadro 42, para a introdução dos aperfeiçoamentos necessários, com o detalhamento que cada caso requer.

Quadro 42: Principais eventos de emergência e ações de emergência e contingência para o sistema de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana

Eventos	Possíveis Causas	Ações de Prevenção	Ações de contingência e emergência
Paralisação do sistema de limpeza urbana	Greve ou problemas operacionais com funcionários	- Oferecer condições justas de trabalho aos funcionários evitando assim qualquer paralisação do sistema;	- Mobilizar funcionários da Secretaria responsável para efetuarem a limpeza dos locais críticos, bem como do entorno de escolas, hospitais, etc. utilizando caminhões da frota municipal para coleta dos resíduos e destinação final; - Realizar campanha de comunicação, visando mobilizar a sociedade para colaborar aguardando a regularização do serviço mantendo estocado os resíduos; - Efetuar contratação emergencial de empresa especializada para suprir as necessidades essenciais, quando for o caso.
Atraso na coleta de resíduos	Falha mecânica nos veículos coletores;	- Manter cadastro de locadoras de veículos especializados para situações emergenciais;	- Agilizar o reparo/substituição de veículos avariados; Caso necessário, alugar um veículo temporariamente.
Danos físicos que interrompam as atividades do sistema;	Ações de vandalismo que prejudiquem e/ou interrompam o andamento do sistema;	- A Administração do município deve providenciar policiamento nas garagens onde ficam os veículos e os materiais utilizados para a limpeza urbana;	Comunicar à polícia no caso de vandalismo e providenciar os reparos necessários; às instalações/equipamentos danificados; Realizar campanhas educativas para preservação dos bens públicos.
Contaminação do meio ambiente	Destinação incorreta dos resíduos; Tombamento de veículos coletores;	- Sensibilização da população sobre a disposição final adequada dos resíduos; - Capacitação dos motoristas;	- Comunicar a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo e de Infraestrutura para a regularização do local; - Aplicar sanção ao responsável pelo descarte inadequado e viabilizar a recuperação do local; - Em caso de acidente com o veículo coletor, informar a autoridade de trânsito e de meio ambiente, isolar a área, promover a recuperação ambiental.
Paralisação parcial do aterro sanitário	Ruptura de taludes; Falha mecânica dos veículos; Vazamento de chorume;	- Monitoramento de taludes; - Revegetação de taludes - Implantação do sistema de drenagem superficial; - Manutenção periódica dos veículos.	- Comunicar a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo e solicitar a empresa responsável pelo aterro os reparos imediatos; Estabelecer prazos e cobrar os reparos necessários.



Plano Municipal de Saneamento Básico de Esperantina – Volume II

Eventos	Possíveis Causas	Ações de Prevenção	Ações de contingência e emergência
Paralisação total do aterro sanitário	- Greve geral; - Interdição ou embargo por algum órgão fiscalizador; - Esgotamento da área de disposição;	- Seguir as recomendações técnicas de execução do aterro; - Realizar regularmente as análises de água e solo, prevenindo-se quanto a focos de contaminação. - Manter cadastro de aterros sanitários próximos para realizar o desvio dos resíduos, quando necessário.	- Informar a população para que ciente colabore até a situação se normalizar; - Contratar em caráter emergencial nova empresa para a disposição final dos resíduos; - Em caso de encerramento definitivo, contratar nova empresa com aterro próprio para a destinação final dos resíduos.

Fonte: Sonne Engenharia, 2020.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR – 10004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

____. **NBR 13895**: Construção de poços de monitoramento e amostragem: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

____. **NBR 13969**: Tanques Sépticos – Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

____. **NBR 9898**: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores: procedimentos. Rio de Janeiro: 1987. 24 p.

____. **NBR 13.896**: Aterros de resíduos não perigosos – critérios de projeto, implantação e operação - procedimentos. Rio de Janeiro, 1997.

____. **NBR 12980**: Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos – Terminologia. 1993.

____. **NBR 13463**: Coleta de resíduos sólidos. 1995.

____. **NBR 7500**: Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos. 2020.

____. **NBR 7501**: Transporte terrestre de produtos perigosos — Terminologia. 2011.

____. **NBR 7503**: Transporte terrestre de produtos perigosos - Ficha de emergência e envelope para o transporte - Características, dimensões e preenchimento. 2018.



____. **NBR 15849:** Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. 2010.

____. **NBR 9191:** Sacos plásticos para acondicionamento de lixo - Requisitos e métodos de ensaio. 2008.

____. **NBR 14652:** Implementos rodoviários — Coletor transportador de resíduos de serviços de saúde — Requisitos de construção e inspeção. 2019.

____. **NBR 12810:** Resíduos de serviços de saúde — Gerenciamento extra estabelecimento — Requisitos. 2020.

____. **NBR 13221:** Transporte terrestre de resíduos. 2017.

____. **NBR 9735:** Conjunto de equipamentos para emergências no transporte terrestre de produtos perigosos. 2020.

____. **NBR 14619:** Transporte terrestre de produtos perigosos - Incompatibilidade química. 2018.

ATS – Agência Tocantinense de Saneamento. **Relatório Técnico do Plano Municipal de Saneamento Básico de Esperantina – TO.** Esperantina, 2012.

ATS – Agência Tocantinense de Saneamento. **Relatório Técnico do Sistema de Abastecimento de Água ID: SGD 2020/38979/00010.** Palmas, 2019.

ATS – Agência Tocantinense de Saneamento. **Tabela de Especificações Técnicas do SAA de Esperantina – TO – Aferição de vazão.** Palmas, 2019.

ATS – Agência Tocantinense de Saneamento. **Informativo de Qualidade.** Esperantina, Ano V, nº 05, 2017.



ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR – 10004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR – 13230**: Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis - Identificação e simbologia. Rio de Janeiro, 2008.

ARCEIVALA, S. J. **Wasterwater treatment and disposal**. New York: Marcel Dekker, 1981.

BRASIL, **Norma Regulamentadora N° 24, de 08 de junho de 1978**. Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr24.htm>. Acesso em 07 nov. 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em 20 maio 2020.

BRASIL. **Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 20 maio 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de orientações técnicas para elaboração de propostas para o programa de melhorias sanitárias domiciliares** - Funasa / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014. 44 p.



BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **RDC nº 222** - Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. Brasília: Funasa, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – 5. ed. amp, – Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 320 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde). ISBN 85-334-1048-4.

BRASIL. **Resolução CONAMA** Nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.

BRASIL. **Resolução CONAMA** nº. 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. Ministério do Meio Ambiente. Publicação DOU nº 136, de 17/07/2002, págs. 95-96.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estimativas da População.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 22 maio 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Esperantina – TO.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/esperantina/panorama>. Acesso em: 1 agosto 2020.

IPT/CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado.** São Paulo, Publicação IPT 2622, 2000.



IBAM. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos** / José Henrique Penido Monteiro ... [et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA. **Programa Assentamentos Verdes – Identificação da demanda por porte**. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/reforma-agraria/assistencia-tecnica/tocantins--sr-26/chamadas-p-blicas/3.1-_projeto_bisico_anexo_i_-_identificaouo_da_demanda_por_lote.pdf> Acesso em: 22 maio 2020.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA. **Relatorio_Assentamentos_Geral_Superintendência** Regional Tocantins - SR 26. Tocantins, 2017. Disponível em <[http://painel.incra.gov.br/sistemas/Painel/ImprimirPainelAssentamentos.php?cod_sr=26&Parameters\[Planilha\]=Sim&Parameters\[Box\]=GERAL&Parameters\[Linha\]=2](http://painel.incra.gov.br/sistemas/Painel/ImprimirPainelAssentamentos.php?cod_sr=26&Parameters[Planilha]=Sim&Parameters[Box]=GERAL&Parameters[Linha]=2)>. Acesso em: 5 de agosto de 2020.

SNIS – Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento. **Esperantina – TO**. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>> acessado em 24 maio 2020.

FEEBURG JUNIOR, A. **Diagnóstico sobre a geração de resíduos de serviços de saúde no Estado de Pernambuco**. – Recife, 2007. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/Diag%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20RSS%20em%20PE.pdf>. Acesso em 31 de maio de 2020.

MARQUES NETO, J. C. **Gestão dos Resíduos de Construção Civil no Brasil. São Carlos**. RIMA, 2005.

MENDONÇA, S.R (Org.). **Lagoas de estabilização e aerada mecanicamente: novos conceitos**. João Pessoa: [s.n], 1990.



MINISTÉRIO DO MEIO Ambiente – MMA. **Licenciamento Ambiental de Estações de Tratamento de Esgoto e Aterros Sanitários.** Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/dai_pnc/_publicacao/76_publicacao19042011110356.pdf. Acesso em: 24 maio 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.** Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/planos-municipais-de-gest%C3%A3o-integrada-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>. Acesso em 23 maio 2020.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ. **Unidades de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos:** Apostila para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos. 2012. Disponível em: http://bluehost1.cfa.org.br/wp-content/uploads/2015/12/15_32_13_932_apostila_rsu_mppr.pdf. Acesso em: 26 maio 2020.

NBR/ABNT 16.156. **Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos - Requisitos para atividade de manufatura reversa.** Publicada em 2013.

NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola.** Edgard Blucher: São Paulo, 2003.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO. **Perfil socioeconômico dos municípios:** Esperantina – TO. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/467893/>. Acesso em: 20 julho 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ESPERANTINA – TO. **Diagnostico do Serviço de Abastecimento de Água Esperantina – TO.** Esperantina – TO, 2019



PREFEITURA MUNICIPAL DE ESPERANTINA – TO. **Processo Administrativo Municipal nº 0093/2019 – Defesa Administrativa.** Esperantina, pg. 75, 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ESPERANTINA – TO. **Processo Administrativo Municipal nº 0093/2019 – Defesa Administrativa.** Esperantina, pg. 20, 2020.

TOCANTINS. **Lei Estadual Nº 1.017/1998.** Dispõe sobre a prestação, regulação, fiscalização e controle dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no estado do Tocantins, e dá outras providências.

TSUTIYA, M. T.; SOBRINHO, P. A. **Coleta e transporte de esgoto sanitário.** 1ª. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da EPUSP, 1999. 548 p.

TSUTIYA, Milton T. **Abastecimento de Água.** São Paulo, Escola Politécnica da USP. 3ª. Edição, 2006.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias** – Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos, v.01. Minas Gerais: ABES, 1995.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias** – Lagoas de Estabilização, v. 03. Minas Gerais: ABES, 1996.